Apprentissage mathématiques à l'école élémentaire. Des difficultés des élèves de milieux populaires aux stratégies de formation des professeurs des écoles.

Denis Butlen

Université de Paris 8 – Saint Denis

Département des Sciences de l'éducation

Apprentissages mathématiques à l'école élementaire.

Des difficultés des élèves de milieux populaires aux stratégies de formations des professeurs des écoles.

(Note de Synthèse)

Par Denis Butlen

Habilitation à diriger des recherches présenté par monsieur Denis Butlen sous la direction de madame Bautier Elisabeth, professeur des universités en Sciences de L'éducation

H.D.R. Soutenue Le 14 Octobre 2004 devant la commission d'examen composée de

Bautier, Elisabeth (présidente du Jury)
Sensevy, Gérard
Maury, Sylvette
Perrin-Glorian, Marie Jeanne
Robert, Aline

Université de Paris 8 – Saint Denis
Département des Sciences de l'Education

Apprentissages mathématiques à l'école élémentaire.
Des difficultés des élèves de milieux populaires aux stratégies de formation des professeurs des écoles

(Note de synthèse)

Volume 1

Habilitation à diriger des recherches présentée par Monsieur Butlen Denis, sous la direction de Madame Bautier Elisabeth, Professeur des Universités en Sciences de l'Education

Octobre 2004

REMERCIEMENTS

Je remercie en premier lieu Aline Robert pour ses conseils et son soutien.

Je remercie également Elisabeth Bautier qui a dirigé ce travail ainsi que tous les membres du jury.

Je tiens à remercier Monique Pézard avec qui je travaille depuis vingt ans.

Un grand merci à Pascale Masselot, Bernadette Ngono, Marie-Lise Peltier-Barbier et Marie-Paule Vannier qui m'ont accompagné dans l'analyse de pratiques des enseignants de ZEP.

Merci également à Gaby Lepoche pour notre travail commun sur les situations de formation et l'analyse des pratiques de professeurs d'école novices.

Je remercie tous les collègues de la COPIRELEM et notamment Jean Claude Aubertin, Joël Briand et Catherine Houdement.

Je remercie tout particulièrement les professeurs des écoles et de collège qui m'ont accueilli dans leurs classes : Annie, Christelle, Caroline, Gisèle, Nathaël, Odile, Serge, Valérie et Vincent.

Un grand merci à Fatou, Mamadou, Rachid, Sébastien, et à tous les autres élèves des classes de ZEP et d'ailleurs. Sans eux, ces recherches n'auraient pas eu lieu.

Merci à Christian et Danielle pour leur soutien et leur aide.

Tous mes remerciements à Nadine.

INTRODUCTION

Mes recherches s'inscrivent dans la problématique générale des liens entre enseignement et apprentissage, plus spécifiquement dans le cadre de la didactique des mathématiques. Elles concernent surtout les élèves en difficulté de l'école élémentaire et de début du collège (6^e et 5^e) issus de milieux socialement défavorisés. A partir de plusieurs problématiques centrées soit sur les apprentissages des élèves, soit sur l'activité de l'enseignant, soit encore sur la formation des pratiques des professeurs d'école, ces travaux contribuent à dégager des éléments de réponses, certes partiels, à cette question habituellement peu abordée en didactique.

En premier lieu, j'ai centré mon travail sur les élèves. Ma démarche a consisté dans un premier temps à mettre en évidence et à étudier les difficultés des élèves en mathématiques. J'ai mis en évidence des cheminements[1] cognitifs (limités dans le temps) qui peuvent différer selon les élèves mais sont souvent repérés via des observations portant sur tous les élèves, et pas uniquement sur ceux en difficulté. Dans un second temps, m'appuyant sur ces résultats, je me suis plus particulièrement intéressé aux élèves en difficulté, notamment quand ils sont scolarisés en ZEP/REP[2]. Ces divers travaux portent sur le calcul mental à l'école, sur les liens entre le travail effectué sur les techniques opératoires, d'une part, et la conceptualisation de notions mathématiques ou la résolution de problèmes numériques, d'autre part.

Conscient des limites d'un regard exclusivement centré sur les élèves, je me suis intéressé ensuite aux pratiques des professeurs d'école débutants ou plus anciens enseignant les mathématiques en ZEP/REP. Mon but est de préciser les effets éventuels de ces pratiques sur les apprentissages des élèves. Les résultats de ces diverses analyses rejoignent et complètent ceux d'une autre recherche concernant la formation des pratiques de professeurs d'école stagiaires en formation initiale.

Ces diverses recherches contribuent à problématiser l'enseignement des mathématiques dispensé aux élèves en difficulté, notamment issus de milieux socialement défavorisés, en empruntant et en intégrant des éléments de divers cadres théoriques : didactique des mathématiques, psychologie cognitive, sociolinguistique et ergonomie cognitive.

Il me semble possible de poser autrement les questions relatives à la différenciation sociale dans une approche didactique. Je cherche surtout à savoir dans quelle mesure des indicateurs autres que cognitifs influent sur la généralité des rapports entre enseignement et apprentissage. J'utilise notamment des indicateurs sociaux pour caractériser le public d'élèves. De même, j'adapte et utilise des résultats de sociologie pour mieux comprendre certains indicateurs de compréhension et spécifier plus finement certaines variables susceptibles d'agir sur les liens entre enseignement et apprentissage de contenus mathématiques. Enfin, j'analyse les pratiques enseignantes en prenant en compte un double point de vue didactique et ergonomique. Je me réfère au cadre de la didactique des mathématiques, et plus particulièrement à la théorie des situations, pour analyser les activités mathématiques proposées aux élèves ainsi que les apprentissages qu'elles sont susceptibles de

[1] J'utilise le terme de cheminement cognitif pour décrire quelques-unes des étapes inhérentes au processus d'acquisition d'une notion mathématique que les élèves empruntent effectivement. En référence aux travaux de Robert (2001), je réserve l'emploi du terme itinéraire cognitif pour décrire les cheminements potentiels proposés aux élèves par le professeur.

[2] REP : réseau d'éducation prioritaire, organisation qui a succédé aux ZEP, zone d'éducation prioritaire regroupant des établissements scolarisant des élèves issus de milieux défavorisés. Ils sont dotés de moyens spécifiques. Par la suite, j'utiliserai indifféremment les sigles ZEP, REP ou ZEP/REP pour désigner ces établissements scolaires.

provoquer. J'utilise des éléments d'ergonomie cognitive et de didactique professionnelle quand je considère l'enseignant comme un adulte en situation de travail rémunérée et soumis à diverses contraintes que mes travaux ont contribué à préciser.

J'admets ainsi l'hypothèse préalable que les élèves de l'école élémentaire et du collège ne sont pas tous égaux quand il s'agit de conceptualiser. Cette inégalité recoupe des inégalités sociales. En effet, des scénarii d'enseignement analogues ne produisent pas les mêmes effets selon le public d'élèves. Certains d'entre eux sont mêmes difficiles à mettre en œuvre en ZEP. Ces effets peuvent ainsi être renforcés par des adaptations effectuées par les enseignants confrontés aux difficultés de compréhension immédiatement manifestées par leurs élèves.

J'adopte toutefois un point de vue interne à la classe. Je reste à l'échelle de l'enseignant, mes analyses renvoyant à un contenu donné. Mon but n'est pas d'étudier des éléments qui se construisent en grande partie hors de la classe, sur un temps long et à l'insu des enseignants.

1. Une première approche centrée sur les apprentissages des élèves

Les recherches de didactique des mathématiques portant sur l'enseignement à des publics « difficiles[3] » notamment issus de milieux socialement défavorisés sont peu nombreuses. Si certains travaux de didactique des mathématiques explorent la question de l'enseignement dispensé aux élèves en difficulté, ils ne sont pas centrés sur les élèves de ZEP. Ils ne tiennent pas compte de l'origine sociale des élèves. Ce sont surtout des diagnostics qui débouchent essentiellement sur des constructions a priori de situations d'enseignement susceptibles de remédier à ces difficultés ou de les prévenir. Ces dispositifs ont été rarement évalués[4].

Perrin-Glorian (1992) énonce des hypothèses explicatives qui s'appuient sur l'analyse de nombreuses observations de classes comportant un nombre important d'élèves en difficulté en mathématiques. Ses travaux débouchent sur des propositions de situations d'enseignement qui ont inspiré une partie de mes recherches.

Mes recherches se distinguent plus particulièrement d'autres travaux de didactique des mathématiques sur trois points que je développerai ci-dessous.

J'utilise des résultats de recherches concernant tous les élèves pour étudier les élèves en difficulté scolarisés en ZEP/REP. J'analyse comment les difficultés diagnostiquées dans ces premières recherches et spécifiques de l'apprentissage d'un contenu donné se manifestent chez des élèves rencontrant en général des difficultés en mathématiques.

Pour construire ma démarche didactique, j'ai utilisé des éléments empruntés à d'autres cadres théoriques (psychologie cognitive et sociolinguistique).

Dans le but d'analyser divers cheminements cognitifs susceptibles de favoriser les apprentissages de ces élèves, j'ai construit des ingénieries qui provoquent leur existence. Je mets ainsi en évidence les étapes inhérentes à ces cheminements.

---

[3] Le terme de « public difficile » emprunté au langage courant désigne ici des élèves scolarisés dans des ZEP, issus de milieux socialement défavorisés et comportant un nombre important d'élèves en difficulté en mathématique. Je n'identifie toutefois pas élèves de milieux difficiles et élèves en difficulté en mathématiques. Sans être forcément en difficulté, les premiers peuvent par exemple s'avérer violents, entre eux comme envers leurs professeurs. Je précise dans la première partie de cette note de synthèse les termes d'élèves en difficulté en mathématique et de milieux scolaires difficiles

[4] Ce sont souvent des études de cas.

1.1. Des difficultés propres aux élèves aux élèves en difficulté

J'ai adopté une démarche spécifique pour étudier les liens entre enseignement et apprentissages dans le cas des élèves en difficulté scolarisés en ZEP.

Des recherches qui ne sont pas directement centrées sur les élèves en difficulté ont permis d'établir un premier diagnostic. L'analyse des difficultés rencontrées par certains élèves ou plus généralement par la majorité d'entre eux nous renseigne sur des causes possibles de différenciation durable. Les publics concernés par ces recherches sont différents selon les cas. Je peux être amené à établir un diagnostic concernant tous les élèves d'un âge scolaire donné. Une analyse des données ainsi recueillies prenant en compte le déterminant de la réussite scolaire en mathématique des élèves permet alors de spécifier des cheminements cognitifs propres à ceux en difficulté.

Pour recueillir les données nécessaires au diagnostic, j'ai élaboré des tests qui, tout en s'intégrant à l'enseignement dispensé par les professeurs, ne nécessitent pas d'intervenir sur leurs pratiques. Ainsi, cette méthodologie a permis d'établir un diagnostic afférent aux principales procédures mobilisées par les élèves de l'école élémentaire lors de calculs mentaux additifs ou multiplicatifs. Ces travaux portent respectivement sur les rapports existant entre maîtrise de techniques opératoires et connaissances des nombres entiers d'une part, et entre travail sur les techniques opératoires et résolution de problèmes numériques d'autre part.

J'ai constaté par exemple lors des calculs mentaux que les élèves en difficulté en mathématiques ne se distinguaient pas de leurs pairs par la nature de leurs erreurs mais par les procédures mises en œuvre. Ces derniers mettent davantage en œuvre des procédures de calculs standardisées souvent proches des techniques écrites de calcul et donc très coûteuses mentalement. De même, ils ne semblent pas bénéficier comme leurs pairs des effets positifs d'une pratique de calcul mental sur la résolution de problèmes numériques. Ces constats m'ont amené à formuler des hypothèses explicatives que d'autres recherches plus ciblées ont permis de valider. Ces dernières mettent en évidence et analysent des cheminements cognitifs susceptibles de favoriser les apprentissages de ces élèves.

Cette démarche didactique a nécessité l'intégration d'éléments théoriques empruntés à d'autres domaines scientifiques.

1.2. Des éléments empruntés à divers cadres théoriques

Pour interpréter les données recueillies sur les liens entre connaissances des nombres et maîtrise de techniques de calculs, j'ai utilisé la synthèse de travaux de psychologues anglo-saxons concernant l'organisation en mémoire des nombres effectuée par Fayol (1985) et des résultats de recherches sur l'automatisation des calculs mentaux établis par Fischer (1987).

Pour étudier les effets d'une pratique régulière de calcul mental sur la résolution de problèmes numériques, je me réfère à certains travaux ayant trait à la gestion des systèmes mnésiques (Fayol, Habdi et Gombert, 1987), à la notion de schéma de problèmes (Morales, Shute et Pellegrino1985, Fayol 1990, Julo 1995) ou à la représentation du problème (Richard 1990, Julo 1995).

Pour analyser plus spécifiquement les cheminements[5] cognitifs empruntés par des élèves en difficulté, j'utilise des résultats de recherches de didactique des mathématiques

[5] J'utilise le terme de cheminement cognitif pour décrire les étapes inhérentes au processus d'acquisition d'une notion mathématique que les élèves empruntent effectivement. Je l'emploie aussi pour décrire la succession et l'organisation de ces étapes. Nous retenons des travaux de Robert (2001) l'expression « itinéraire cognitif » pour désigner les cheminements potentiels proposés aux élèves par le professeur.

(Perrin-Glorian, 1992) mais aussi de sociolinguistique (Lahire 1993, Bautier 1995, Rochex 1995) ou de psychologie cognitive (Vygotsky, 1985) : les verbalisations peuvent être unificatrices et formalisatrices. J'ai construit un dispositif expérimental (ingénierie) qui valide et affine les hypothèses émises dans un contexte didactique.

1.3. Des cheminements cognitifs suscités et analysés grâce à des ingénieries

Pour affiner les premiers diagnostics évoqués ci-dessus et approfondir mon analyse des difficultés rencontrées par les élèves, j'ai adopté une autre méthodologie. J'ai construit des scénarii d'enseignement susceptibles de provoquer des apprentissages spécifiques. Il s'agit de tester les effets de pratiques non ordinaires. Une comparaison de l'analyse a priori des apprentissages potentiellement provoqués et de ceux effectivement réalisés permet alors d'affiner l'étude des conditions d'apprentissage et des difficultés des élèves. L'analyse ne porte plus sur les effets de pratiques enseignantes usuelles, mais sur les conditions susceptibles d'améliorer les apprentissages des élèves, notamment en difficulté en mathématiques. Des ingénieries me permettent ainsi à la fois de susciter et d'analyser certains des cheminements cognitifs empruntés par des élèves en difficulté scolarisés en ZEP.

J'ai choisi cette deuxième méthodologie afin de tester les effets de dispositifs d'enseignement limités dans le temps ou portant sur un temps plus long. Dans ce dernier cas, les ingénieries mises en œuvre peuvent s'étendre sur plusieurs mois voire sur une ou deux années. Deux recherches de ce type concernent des classes comportant davantage d'élèves en difficulté scolarisés en ZEP.

Lorsque les activités proposées aux élèves sont limitées dans le temps, elles permettent des analyses intermédiaires. En effet, les situations ne sont pas assez longues pour masquer tous les effets des pratiques des élèves comme des enseignants des classes concernés. Construites pour provoquer d'éventuelles alternatives, elles nous renseignent sur les conditions d'apprentissage des élèves en question.

Ainsi, que les élèves des classes observées aient ou n'aient pas de difficultés en mathématiques et qu'ils soient ou non majoritairement issus de milieux défavorisés, les méthodologies de recueil des données sont similaires. L'analyse de ces données diffère par la prise en compte dans le second cas d'indicateurs ne relevant pas du seul domaine cognitif.

Le croisement, ainsi réalisé au moyen de ces diverses méthodologies, entre certaines stratégies d'enseignement et certains types d'élèves permet de mettre en évidence plusieurs des dynamiques en jeu dans les classes observées. L'analyse de ces dynamiques et de leurs effets permet de dégager des éléments susceptibles d'influer sur les apprentissages des élèves issus de milieux socialement défavorisés. Ces résultats sont exposés en deuxième partie. L'étude des conditions de leur obtention permet de préciser non seulement la portée, mais aussi les limites d'un enseignement de mathématiques en ZEP.

1.4. Problématiques générale et particulières

Il s'agit de recherches contribuant à l'analyse des liens existant entre maîtrise de techniques opératoires standard ou non, conceptualisation de notions mathématiques et résolution de problèmes numériques. Ce thème a fait l'objet d'un ouvrage de synthèse (Butlen, 2004b).

1.4.1. Travail sur les techniques opératoires et connaissances des propriétés des entiers naturels

Par techniques opératoires, nous entendons aussi bien les algorithmes des quatre opérations arithmétiques enseignées à l'école que d'autres techniques de calcul mobilisables mentalement ou par écrit. Nous désignons par « travail sur les techniques opératoires », les activités mathématiques pratiquées dans le cadre scolaire sur diverses techniques de calcul standardisées ou non.

Deux recherches successives qui ont fait l'objet d'une thèse de troisième cycle (Butlen, 1985a) et d'un rapport de recherche (Butlen, Lethielleux, 1986c) analysent les liens entre les connaissances des élèves relatives aux décompositions multiplicatives des nombres et la construction de l'algorithme standard de la multiplication. Les situations d'enseignement permettant d'établir ce diagnostic utilisent un environnement informatique[6].

Un autre travail étudie les rapports existant entre la maîtrise de techniques de calcul mental (non standard) et la disponibilité des décompositions additives ou multiplicatives des nombres (Butlen, 2004c). Cette recherche permet de hiérarchiser les performances, les procédures et les erreurs des élèves de l'école primaire (du CP au CM_2) engagés dans la résolution de calculs mentaux d'opérations arithmétiques élémentaires (addition, soustraction, multiplication et division). Les procédures les plus économiques, les plus sûres et donc les plus adaptées au calcul mental nécessitent pour être mises en œuvre des connaissances numériques spécifiques : leur mobilisation nous renseigne donc sur les connaissances des élèves. Réciproquement, l'apprentissage de techniques de calcul faisant intervenir des propriétés particulières des nombres et des opérations peut contribuer au renforcement de ces connaissances numériques. Ce travail met aussi en évidence l'importance d'une pratique régulière de calcul mental sur la disponibilité de certaines procédures de calcul adaptées aux opérations et nombres en jeu dans l'activité (Butlen, Pézard, 1989a, 1992a). S'il ne s'accompagne pas d'exercices spécifiques de calcul mental, l'apprentissage d'algorithmes opératoires écrits standards peut se faire au détriment de méthodes de calcul plus « primitives » mais parfois plus efficaces et plus économiques dans certains calculs effectués mentalement.

1.4.2. <u>Pratique de calcul mental et résolution de problème multiplicatif</u>

Il s'agit tout d'abord de l'étude du poids de certaines variables didactiques intervenant dans la résolution de deux problèmes prototypiques des structures additives et multiplicatives (Butlen, Pézard 1992a). Cette première étude a permis de mieux cerner le rôle joué par la taille des données numériques dans la construction d'une représentation du problème[7]. En particulier, elle a permis de construire, d'expérimenter et d'évaluer des scénarii d'enseignement fondés sur une dialectique entre « petits » et « grands nombres », d'une part, et entre « simple » et « complexe », d'autre part. C'est l'occasion de préciser comment peut se réaliser la dévolution de conditions nécessaires à l'apprentissage.

Je me suis intéressé ensuite aux rapports entre habiletés calculatoires et résolution de problèmes numériques. Cette question a été abordée en prenant comme entrée la mesure de l'impact éventuel d'une pratique régulière de calcul mental et de résolution mentale de problèmes sur la résolution écrite de problèmes arithmétiques « standards » (Butlen 2004e, Butlen et Pézard, 1997b, 2003a). L'ingénierie construite, expérimentée et évaluée s'appuie sur des résultats de recherche de didactique des mathématiques et de psychologie cognitive. Les activités de calcul mental peuvent constituer un domaine d'expériences (notion inspirée des travaux de Boero, 1989) propice à la résolution de problème qui peut être aussi bien exploré par chaque élève que convoqué par le professeur en vue de provoquer d'autres

[6] Ces travaux permettent aussi d'étudier en quoi l'outil informatique contribue à l'apprentissage de notions mathématiques (écritures multiplicatives et techniques de calcul de produit d'entiers naturels). Je n'ai pas développé cet aspect dans cette note de synthèse. Le lecteur pourra consulter à ce sujet diverses publications : Butlen (1985a, 1986) et Butlen, Lethielleux (1986a, 1986b et 1986c)

[7] L'expression « représentation de problème » est employé en référence à Richard et à la notion de représentation particularisée développée par Julo (cf. partie 2).

apprentissages. La fréquentation explicite de nombreuses procédures mentales adaptées aux données numériques particulières à chaque calcul est susceptible d'entraîner l'élève, de l'habituer à explorer d'autres voies de résolution et à se forger des représentations singulières (Julo, 1995).

Ces travaux attestent qu'une pratique régulière de calcul mental a un impact effectif sur les performances de résolution de certains problèmes. Le processus de reconnaissance des opérations arithmétiques intervenant dans des problèmes numériques standard est amélioré et accéléré. Les élèves de CM_2 reconnaissent plus aisément les opérations arithmétiques à effectuer dans le cas de problèmes assez familiers, mais pas assez pour que la reconnaissance de l'opération soit déjà automatisée à ce niveau de scolarité.

Ce premier diagnostic de quelques-unes des difficultés rencontrées par les élèves aussi bien que ce constat des limites des dispositifs d'enseignement testés débouchent sur de nouvelles recherches centrées sur un public d'élèves en difficulté, notamment scolarisé en ZEP.

1.4.3. Étapes du processus de conceptualisation, portées et limites

Reprenant certains résultats de recherche en didactique des mathématiques relatifs aux élèves en difficulté (Perrin-Glorian, 1992), j'ai étudié les effets sur les apprentissages des élèves de divers « leviers didactiques » susceptibles de changer le rapport au savoir mathématique : le fait est que ces élèves ne s'approprient pas des savoirs suffisamment décontextualisés permettant des réinvestissements dans des situations variées. C'est le résultat d'une prise de distance insuffisante par rapport à l'action : en effet, cette distanciation nécessite que l'élève adopte une autre position par rapport aux savoirs en jeu, notamment qu'il se projette dans l'avenir et envisage les connaissances construites dans un contexte donné comme réutilisables dans d'autres contextes.

J'ai ainsi pu mesurer les effets conjugués de trois « leviers didactiques », étudiés précédemment de manière disjointe (Butlen, Pézard, 1992b, 1992c), sur l'existence possible de cheminements cognitifs différents permettant à des élèves de REP de surmonter certaines difficultés. Il s'agit de la pratique de bilans de savoirs réguliers finalisés par la production collective d'écrits mathématiques et organisés sous forme du débat scientifique, de l'explicitation régulière des méthodes rencontrées dans les activités mathématiques par le professeur et les élèves, et enfin de la pratique régulière du calcul mental, domaine d'expériences numériques pour la résolution de problèmes.

Les cheminements cognitifs empruntés par les élèves en difficulté se caractérisent par des étapes intermédiaires inhérentes au processus de décontextualisation ainsi que par la construction d'outils heuristiques propices à l'accroissement de leurs compétences en matière de résolution de problèmes. Posant en termes nouveaux les rapports entre le particulier, le général (associé au formel) et le générique dans l'apprentissage de notions mathématiques appelées « naturelles » par certains, ces étapes originales semblent remplir des fonctions similaires aux « pseudoconcepts » définis par Vygotsky (1985) : elles se manifestent à travers la production d'énoncés mathématiques intermédiaires entre l'exemple très contextualisé et l'énoncé formel - il s'agit souvent d'un énoncé plus ou moins formalisé accompagné d'un exemple à caractère générique (Butlen et Pézard, 2003b).

Les outils heuristiques construits sont de différents types et varient en fonction du niveau scolaire (CM2, 6^e^ ou 5^e^ des collèges). Certains permettent une exploration de type préalgébrique des relations existant entre les données du problème, d'autres sont des outils de contrôle ou de prévision (Butlen et Pézard, 2003a). Ils permettent aussi de donner du sens à plusieurs règles du métier d'élève qui se révèlent souvent vides de sens pour beaucoup d'élèves en difficulté incapables de les construire en situation.

Mes travaux montrent que des accès explicites entre action et conceptualisation sont possibles. Ceux-ci peuvent être trouvés dans un renforcement des verbalisations, dans un recours au générique et au collectif. Ils précisent également les effets comme les conditions de la mise en place d'une mémoire de classe. Ils analysent des aspects du processus de transformation de connaissances privées en savoirs collectifs reconnus et partagés par les élèves tout en débouchant de surcroît sur la mise en évidence de conditions permettant à certains élèves de donner du sens à un enseignement de méthodes. Deux conditions concourent à la réalisation de cet objectif : cet enseignement doit pouvoir s'appuyer sur l'expérience personnelle et collective des élèves, les débats de savoirs que nous avons organisés ayant bien eu cet effet ; et l'enseignement doit également pouvoir prendre du sens pour chaque élève en particulier, le recours au générique étant nécessaire pour les élèves en difficulté.

2. Une approche centrée sur le professeur et l'étude de pratiques professionnelles

Les limites d'une intervention visant à améliorer les apprentissages des élèves scolarisés en ZEP mises en évidence par les recherches que je viens d'évoquer m'ont conduit à étudier les pratiques enseignantes. En effet, l'analyse des ingénieries mises en œuvre montre que l'enseignant doit fréquemment s'adapter pour prendre en compte de nouvelles contraintes. Ces adaptations peuvent contredire sa pratique professionnelle : c'est le cas notamment pour la mise en œuvre des bilans de savoirs.

2.1. Problématique

En analysant les analyses des pratiques effectives de professeurs d'école enseignant les mathématiques à des élèves issus de milieux socialement défavorisés, je cherche d'une part à évaluer l'impact de ces pratiques sur les apprentissages des élèves, d'autre part à construire des outils de formation adaptés permettant d'améliorer l'efficacité des enseignants et de réduire l'inconfort de l'exercice quotidien du métier.

J'admets en effet une hypothèse préalable. Au-delà des contraintes auxquelles les professeurs d'école sont assujettis et qui déterminent partiellement leurs choix, ces choix peuvent avoir des effets sur les apprentissages des élèves. Les enseignants tiennent largement compte de l'origine sociale de leurs élèves, même à leur insu. En « toute innocence et croyant bien faire », cette prise en compte se traduit par des adaptations visant à motiver les élèves et à les réconcilier avec les mathématiques : celles-ci s'accompagnent souvent d'une simplification excessive des situations proposées (Perrin-Glorian 1992, NGono, 2003) corrélée à une baisse des exigences elle-même associée à une individualisation très importante.

Il s'agit donc de réfléchir sur les contraintes évoquées ci-dessus, de les classer en prenant en compte le fait que les stratégies mises en œuvre par les enseignants peuvent déterminer des apprentissages différents.

Ces contraintes sont diverses. Elles relèvent des domaines cognitif ou social quand je prends en compte les difficultés d'apprentissage et de comportement des élèves ; elles sont d'ordre institutionnel quand je considère l'enseignant comme élément et acteur du système éducatif ; elles relèvent du médiatif quand j'analyse les interactions en classe ; et elles peuvent dépendre également de l'histoire personnelle du professeur.

L'évaluation des effets des réponses apportées par les enseignants sur les apprentissages se fait a priori en précisant les mathématiques potentiellement fréquentées par les élèves.

J'ai analysé les pratiques de professeurs d'école débutants et plus anciens enseignant les mathématiques en ZEP dans le but de mettre en évidence et d'analyser des régularités intrapersonnelles et interpersonnelles.

Une comparaison entre professeurs débutants et plus anciens enseignant dans des conditions semblables a permis de mieux comprendre comment les pratiques de ces enseignants se forment. Cette dernière analyse est complétée par l'étude de certaines des difficultés rencontrées par les professeurs d'école novices qui tentent de mettre en actes lors de leur formation initiale des projets d'enseignement limités dans le temps. Le croisement des résultats ainsi obtenus m'a permis de mieux comprendre comment se transmettent et se reproduisent les pratiques professionnelles mises en œuvre par les professeurs d'école plus expérimentés. Ces premiers résultats sont complétés par l'analyse de pratiques de formateurs de différentes catégories (professeurs d'IUFM spécialistes de mathématiques, maîtres-formateurs et conseillers pédagogiques de circonscription) : ces derniers jouent en effet un rôle important dans la constitution des pratiques des futurs professeurs d'école

2.2. Cadre théorique

Mon approche se caractérise comme précédemment par une démarche qui emprunte et intègre des éléments issus de divers cadres théoriques. Je m'inscris dans une double approche didactique et ergonomique (Robert, Rogalski, 2002).

Je retiens des recherches en ergonomie et de certains travaux de didactique (propres à différentes disciplines) ou de sciences de l'éducation, notamment ceux de Goigoux (1997), Robert (2001) et de façon plus implicite ceux de Blanchard-Laville et Nadot (2000), l'idée que les pratiques professionnelles des enseignants sont stables, cohérentes et cohésives. Pour rendre compte de cette cohérence, j'emprunte la notion de genre à Clot (1999) en l'adaptant à mon objet de recherche.

Comme je l'ai indiqué, je ne m'intéresse pas aux singularités, mais aux régularités intrapersonnelles et interpersonnelles. Étudiant les grands choix et les stratégies générales des professeurs d'école enseignant les mathématiques, je cherche à caractériser les pratiques et à décrire leur organisation.

Pour rendre compte de la complexité des pratiques observées, j'utilise une méthodologie élaborée par Robert et Rogalski (2002) qui permet de recomposer les pratiques à partir de cinq composantes : cognitive, médiative, personnelle, institutionnelle et sociale.

Pour analyser les mathématiques proposées à la fréquentation des élèves, j'utilise les notions de tâche prescrite, de tâche projetée et de tâche effective (Leplat 1997). J'analyse aussi les activités proposées aux élèves tout comme l'activité du professeur en me référant à la théorie des situations

Pour caractériser les pratiques et mieux cerner la complexité de l'activité du professeur, j'adapte le concept de genre défini par Clot pour appréhender notamment une spécificité de la mission de professeur d'école : il doit tout autant transmettre des savoirs disciplinaires qu'éduquer le futur citoyen. Je montre l'existence de cette double fonction d'instruction et d'éducation en étudiant les contenus des programmes officiels de mathématiques depuis la création de l'école publique, puis complète cette analyse par une étude des enjeux de certaines activités liées à la résolution de problèmes et au tri des données (cf. la partie 1).

Afin de rendre compte des genres de professeurs d'école enseignant les mathématiques, j'ai été amené à définir trois dimensions qui sont étroitement liées entre elles. La première de ces trois dimensions que j'appelle « l'ordre du métier » est constituée des réponses communes que l'ensemble des professeurs d'école enseignant les mathématiques ont apportées aux contraintes qui pèsent sur eux. Semblant être partagées par l'ensemble des acteurs de la profession, elles présentent très peu de variantes. J'ai défini aussi deux autres dimensions désignées respectivement par les termes i-genre et e-genre[8]. La première correspond plutôt au versant enseignant de mathématiques du métier de professeur d'école, la seconde au versant éducateur. Dans cette optique, le style défini par Clot (1999, Clot et Faïta 2000, Clot et Soubiran, 1998) pourrait constituer une quatrième dimension des pratiques des professeurs d'école.

A partir de l'analyse d'observations, effectuées sur un temps long, des pratiques de dix professeurs d'école enseignant en ZEP, j'ai montré que les enseignants de ZEP étaient soumis à cinq contradictions. J'ai également mis en évidence l'existence de trois i-genres et de quatre e-genres (Butlen, Peltier-Barbier et Pézard 2002b) qui constituent des systèmes de réponses cohérents à ces contradictions.

Pour interpréter certains aspects de l'activité du professeur, je reprends l'idée que les pratiques mettent en jeu deux systèmes de pensée, l'un issu de l'action, l'autre issu de connaissances, qui interagissent et se complètent mais peuvent aussi entrer en compétition, voire en contradiction (Pastré, 1996). Je retiens aussi la notion de savoirs pragmatiques. (Pastré, 2002).

2.3. Gestes et routines professionnelles

L'analyse des modalités de mises en œuvre au quotidien des i-genres et e-genres évoqués ci-dessus m'a amené à préciser des éléments relatifs à l'organisation des pratiques. J'ai pour cela défini les notions de gestes professionnels et de routines (Butlen, 1996, 2004a). Ces dernières peuvent être interprétés comme des schèmes (Vergnaud, 1990) : les gestes et les routines correspondent à deux niveaux de découpages de l'activité du professeur d'école. Je m'intéresse non seulement aux tâches et aux types de tâches qu'ils permettent de résoudre mais aussi aux techniques et connaissances mobilisées à cette occasion. J'aborde cette question de deux points de vue : celui du sujet en cherchant des régularités intrapersonnelles au sein des pratiques observées, et celui du professeur comme membre d'un groupe professionnel en mettant en évidence des régularités interpersonnelles. Les routines sont des ensembles de gestes caractéristiques de la stratégie de l'enseignant et du i-genre dans lequel ses pratiques s'inscrivent. Bien que recoupant les concepts de tâches, techniques et technologies, mon approche se distingue de celle de Chevallard (1999) par ce double point de vue.

3. Des éléments de méthodologie

Les résultats obtenus sont d'ordre qualitatif; les analyses ne sont pas donc quantitatives. S'il s'agit parfois d'observer des cas très finement quand les pratiques enseignantes sont en cause ; l'observation porte plutôt sur les classes (une à deux par niveau scolaire) quand les élèves son concernés. Le corpus de données est recueilli grâce à un choix significatif de l'échantillon étudié. Les professeurs observés comme les classes sélectionnées pour les différentes expérimentations l'ont été en fonction de critères préétablis. Ainsi, la

[8] Afin de faciliter la lecture, j'emploie également les désignations i(instruction)-genre et e(éducation)-genre. La distinction entre i-genre et e-genre est le résultat du travail d'une équipe regroupant des chercheurs de l'IUFM de Créteil Butlen D, Pézard M. et Masselot P. et des chercheurs de l'IUFM de Haute Normandie : Peltier-Barbier M.L., N Gono B. et Dubois N.

classe de CE_2 de ZEP/REP dans laquelle ont été testés pour la première fois les bilans de savoirs a été choisie en fonction des résultats obtenus par les élèves aux évaluations nationales organisées par le Ministère de l'Education Nationale. Les élèves de cette classe échouent massivement aux items réussis par plus de 80% de leurs pairs scolarisés dans des zones plus standard. Les autres classes de ZEP (CM_2, 6^e et 5^e) choisies pour les ingénieries qui ont suivi l'ont été en fonction de deux critères : l'école implantée dans un quartier considéré comme défavorisé, le volontariat des professeurs[9]. Ce ne sont pas seulement les observations effectuées et l'analyse des données ainsi recueillies (productions d'élèves, observations des séances, etc.) qui permettent de généraliser les résultats établis dans ces cas particuliers, mais aussi leur mise en relation avec ceux établis précédemment (classe de CE_2) et ceux d'autres recherches en didactique des mathématiques.

Le choix des professeurs novices observés a été élaboré en s'appuyant sur de multiples observations effectuées dans le cadre d'une pratique professionnelle de formateurs partagée avec des pairs. Cette pratique a fait l'objet d'un travail systématique de rationalisation depuis deux décennies mené dans le cadre de la COPIRELEM, commission inter-IREM regroupant des formateurs. Là encore, il s'agit d'un choix emblématique. Les phénomènes d'enseignement analysés en détail lors des séances sélectionnées sont caractéristiques de phénomènes qui, même s'ils sont parfois « moins concentrés », ne correspondent pas moins à des régularités repérées par ailleurs. Ces analyses visent à restituer un processus significatif de la formation de certains aspects des pratiques des professeurs d'école plutôt que la « réalité » de chaque cas particulier.

Enfin, l'échantillon des professeurs d'école enseignant en REP correspond aux deux critères décrits précédemment : caractéristiques de la population scolarisée, volontariat des enseignants. De plus, le nombre des professeurs concernés (3 professeurs débutants, 7 professeurs plus anciens) nous permet également d'envisager une possible généralisation des résultats ainsi obtenus. Sans prétention statistique, ces analyses qualitatives nous permettent de contribuer à la définition des pratiques enseignantes et de leurs effets potentiels sur les apprentissages des élèves.

4. Pratiques professionnelles et formation des professeurs des écoles

Les divers travaux évoqués ci-dessus soulèvent des questions de formation et font apparaître des manques. Je présente en dernière partie de cette note de synthèse des pistes visant à les combler, au moins en partie. Elles concernent en particulier la formation initiale des professeurs d'école et l'accompagnement des nouveaux titulaires affectés en première nomination en REP (Butlen, Masselot, Pézard, 200 »).

Je dégage ainsi des pistes qui pourraient permettre de mieux adapter la formation initiale en mathématiques des professeurs d'école aux contraintes de l'enseignement en milieu difficile. J'essaie notamment d'étudier les conditions d'une meilleure intégration des diverses stratégies de formation mises en œuvre par les formateurs de différentes catégories intervenant en IUFM. Une étude de situations de formation centrées sur l'analyse des pratiques effectives de professeurs novices (cf. partie 3) contribue à préciser deux de ces stratégies (analyse réflexive de pratiques et compagnonnage). Je m'appuie sur des résultats de recherches françaises et étrangères ayant trait à l'analyse réflexive (Altet et Britten 1983 1994, Schön 1983 1987 1994, Perrenoud 1994 2001) ou à l'expertise des enseignants Tochon (1993a).

[9] Il est très difficile de pénétrer dans les classes de ces écoles, surtout quand il s'agit d'effectuer une observation « neutre » sans intervention des chercheurs dans l'élaboration du projet d'enseignement.

Je m'appuie également sur plusieurs travaux de didactique des mathématiques afférents à la formation initiale ou continue des professeurs d'école (Houdement et Kuzniak 1996, Peltier 1995, Masselot 2000, Vergnes 2000) ainsi que sur des résultats de recherche en didactique professionnelle. Mon expérience professionnelle de formateur et celles de mes pairs interviennent aussi. J'étudie notamment les conditions auxquelles devraient satisfaire les situations de formation visant spécifiquement à faciliter la construction par les stagiaires de gestes professionnels adaptés à l'enseignement des mathématiques en ZEP. Je m'appuie à cette fin sur l'analyse de certaines stratégies de formation aux pratiques mises en œuvre par des formateurs appartenant à différentes catégories professionnelles : j'ai analysé des entretiens entre stagiaire et formateur postérieurs à l'observation d'une séance de mathématiques menée par le premier afin de mieux cerner certaines des normes sous-tendant l'action de ces formateurs. Cette dernière recherche permet de soulever de nouvelles questions de formation dans la mesure où elle contribue à cerner les prescriptions émises en formation initiale et leurs effets sur l'inscription éventuelle des professeurs novices dans un genre ou un style. En conclusion de cette note de synthèse, je dégage de nouvelles questions de recherche.

5. Plan de la note de synthèse

Dans mes travaux, je juxtapose finalement deux démarches différentes à propos des élèves en difficulté issus de milieux socialement défavorisés.

J'importe des ingrédients psychologiques et sociologiques dans l'analyse des phénomènes observés dans les classes afin de mieux coller à la spécificité de ces élèves, de mieux diagnostiquer et de pouvoir intervenir plus facilement sur les difficultés rencontrées. Prenant acte de l'impossibilité de faire de même pour toutes les notions, je cherche à mieux comprendre les véritables marges de manœuvres des enseignants en confrontant les réponses ordinaires et un certain nombre de déterminants empruntés aux recherches ergonomiques.

Enfin, l'expérience du didacticien nous apprend qu'il n'y a pas de transparence entre la mise en évidence d'une marge de manœuvre et son utilisation. Un travail de recherche et de transposition reste à faire pour que les résultats précédents puissent servir. La dernière partie de la note de synthèse relève de ce type de démarche plus inspirée par des nécessités de formation. J'étudie comment peuvent s'installer des pratiques de novices et de débutants en insistant sur un certain nombre de régularités. J'ajoute ainsi un nouveau déterminant aux divers déterminants recherchés précédemment : le déterminant formateur.

J'ai adopté le plan ci-dessous pour présenter l'ensemble de ces travaux.

En première partie, je montre comment se traduit, dans les programmes de mathématiques (analysés depuis la création de l'école publique) ainsi que dans certains manuels actuels de mathématiques, la double mission du professeur d'école : enseigner des contenus disciplinaires (mathématiques dans notre cas) et éduquer l'enfant comme futur citoyen. Ce travail est une contribution à l'analyse de l'activité (dédoublée) du professeur d'école enseignant les mathématiques à l'école élémentaire.

Une deuxième partie porte sur les recherches effectuées sur les apprentissages des élèves en difficulté ou issus de milieux socialement défavorisés. Il s'agit d'une synthèse des travaux que j'ai menés sur la construction d'une certaine généricité et d'outils heuristiques susceptibles de favoriser les apprentissages d'élèves en difficulté. Dans une troisième partie, j'expose une synthèse de mes recherches sur les pratiques enseignantes. Une quatrième partie est consacrée à des questions de formation. Pour conclure, je dégage des perspectives et de nouvelles questions de recherche.

PREMIERE PARTIE : LA PRISE EN COMPTE DANS L'ENSEIGNEMENT DES MATHEMATIQUES DE PREOCCUPATIONS PLUS GENERALES, L'EXEMPLE DE LA RESOLUTION DE PROBLEMES A L'ECOLE ELEMENTAIRE

Cette partie a pour but de montrer que l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire ne se réduit pas à la transmission de notions mathématiques ou de savoir-faire liés à ces notions mais prend en compte des préoccupations plus générales qui dépassent largement le domaine strictement disciplinaire.

J'analyse pour cela deux types de documents. Une étude des programmes de mathématiques et des instructions officielles parus depuis la création de l'école publique me permet de cerner le point de vue institutionnel et son évolution. L'analyse de documents et de ressources pédagogiques mis à la disposition des professeurs d'école notamment celle de manuels scolaires complète cette étude en précisant comment ces prescriptions institutionnelles sont prises en compte dans l'activité du professeur d'école.

Je précise grâce à ces analyses l'activité du professeur d'école enseignant les mathématiques. Depuis la création de l'école publique, celle-ci est marquée par la double mission de l'école : transmettre des contenus disciplinaires mais aussi éduquer le futur citoyen. Ces deux aspects de l'activité du professeur d'école prennent évidemment en compte les évolutions de la société. Je montre ainsi comment l'enseignement des mathématiques dispensé à l'école élémentaire est marqué par l'évolution des missions de l'école élémentaire. Je constate par exemple que la démocratisation de l'accès à l'enseignement secondaire, - « l'ouverture » des collèges et des lycées - s'est traduite par des changements dans les contenus mathématiques enseignés. L'enseignement des mathématiques (comme celui des autres disciplines) n'est plus finalisé par l'entrée dans la vie active à l'issue de l'école élémentaire mais prend aussi en compte les contenus enseignés dans les années ultérieures.

L'évolution des intitulés de programmes relatifs à la résolution de problèmes est révélatrice de cette double fonction de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire. L'introduction d'un enseignement de type méthodologique, l'accent mis depuis une vingtaine d'années sur certains types de tâches comme le tri de données par exemple peuvent en partie s'interpréter comme des effets d'une volonté d'éduquer le futur consommateur.

L'enseignement des mathématiques visent des enjeux généraux et transversaux qui replacent celui-ci dans l'objectif plus général d'éducation du futur citoyen. Il me semble important de les préciser car ils ont des effets sur les pratiques enseignantes et plus particulièrement sur celles des professeurs d'école enseignant dans des écoles scolarisant des élèves issus de milieux socialement défavorisés. Nous verrons en effet, dans la troisième partie de cette note de synthèse que les enjeux de d'éducation et de socialisation et les enjeux disciplinaires peuvent entrer en concurrence dans le cas de l'enseignement en ZEP.

La prise en compte, dans les enseignements disciplinaires de l'école élémentaire, d'une dimension pluridisciplinaire mais aussi de préoccupations plus générales relatives à l'éducation de l'enfant et du futur citoyen n'est pas un phénomène nouveau. Il a déjà été décrit à de nombreuses occasions. Mon but est de préciser comment ce phénomène se contextualise dans le domaine mathématique et donc de préciser la distinction entre l'enseignement des mathématiques et l'activité mathématique proprement dite dans laquelle l'élève est engagée. Cette distinction intervient dans la définition de l'activité du professeur comme dans celle de l'élève. Cette double finalité d'éducation et d'instruction de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire m'a amené (cf. partie trois de cette note de synthèse) à adapter la notion de genre empruntée à Clot (Clot 1999, Clot et Faïta 2000) pour catégoriser les pratiques effectives de professeurs d'école enseignant en milieux socialement défavorisés.

Deux points de vue différents peuvent justifier les notions mathématiques enseignées aujourd'hui à l'école élémentaire. Le premier est interne aux mathématiques ; il a trait à la place occupée par les objets mathématiques fréquentés, aux relations qu'ils entretiennent avec d'autres objets qui seront enseignés ultérieurement. Leur enseignement conditionne donc les enseignements mathématiques futurs. Le second point de vue est plus externe à la discipline, il concerne les problèmes que ces notions permettent de résoudre. Certains de ces problèmes font intervenir d'autres disciplines. Ces notions interviennent donc dans l'élaboration d'autres savoirs disciplinaires ou participent à la construction de savoirs transversaux.

Même quand le professeur a pour objectif prioritaire un apprentissage mathématique, il peut être amené dans un premier temps à proposer des situations contextualisées faisant intervenir des éléments relevant par exemple de « la vie quotidienne ». Les notions visées semblent, en surface du moins, répondre à un souci utilitaire externe aux mathématiques. L'activité mathématique peut alors se doubler d'une autre activité. L'élève fait des mathématiques et fait aussi « autre chose ». Cette transposition souvent inévitable, très fréquente à l'école élémentaire est favorisée par les institutions. Elle répond à une vision utilitaire des mathématiques qui est aussi partagée par des enseignants comme par des mathématiciens.

Bourguignon[10] (Bourguignon, 1996) souligne ainsi dans une conférence destinée à des formateurs de mathématiques les enjeux d'un enseignement des mathématiques à l'école élémentaire. Elles ont selon lui pénétré beaucoup de domaines de la vie quotidienne ; par exemple la biologie, la communication et le traitement de l'information, le domaine financier et bancaire, etc. Il précise toutefois qu'il est difficile d'appréhender la présence des mathématiques car elles sont le plus souvent cachées ; « *il faut les débusquer* ». Il précise que l'un des enjeux de l'enseignement des mathématiques d'aujourd'hui serait que chaque citoyen puisse appréhender convenablement la présence « *silencieuse* » des mathématiques ainsi que leur diversité dans la société où il vit.

L'existence de plusieurs enjeux dans une même activité mathématique peut être source de confusion pour le professeur comme pour l'élève. Ne maîtrisant pas toujours suffisamment les notions mathématiques, le professeur des écoles peut confondre l'objet mathématique enseigné, les problèmes mathématiques qu'il permet de résoudre et son fonctionnement comme outil au service d'autres disciplines. L'élève peut réduire l'objet étudié à son fonctionnement dans un contexte donné. Différents travaux de didactique des mathématiques (Perrin-Glorian, 1992, Butlen et Pézard M. 2002b, Ngono 2003) montrent que cette confusion est très présente chez les élèves de ZEP/REP. Ils semblent rencontrer davantage de difficulté que leurs pairs pour identifier le domaine disciplinaire travaillé en classe ou le domaine de rationalité convoqué. Ngono (2003) souligne que certaines pratiques enseignantes renforcent cette difficulté.

Une autre finalité des mathématiques est aussi retenue pour justifier leur enseignement. Les mathématiques contribueraient à la formation de l'esprit critique des élèves. Ainsi, le mathématicien cité ci-dessus (Bourguignon, 1996), souligne que les mathématiques sont une science qui entretient un lien particulier à la vérité :

> *Une fois qu'une personne (et cette personne peut être aussi bien un enseignant qu'un élève) a établi, ou compris, une propriété, il se l'est d'une certaine façon appropriée, et cela lui donne un outil*

[10] Mathématicien, Directeur de l'Institut des Hautes Etudes Scientifiques, Président de la Société Mathématique Européenne

supplémentaire pour résister aux pressions extérieures qui s'appuieraient sur des arguments d'autorité.

L'enseignement de cette discipline viserait donc notamment à apprendre aux élèves à convaincre autrui sur la base d'arguments rationnels ne relevant ni de l'autoritaire ni du charisme. Ce serait selon Bourguignon, une des contributions des mathématiques à la formation de l'esprit critique et à l'indépendance de pensée.

En m'appuyant sur l'étude de l'évolution des programmes de mathématiques de l'école élémentaire depuis la création de l'école publique, sur celle des programmes de formation initiale en mathématiques et sur l'analyse de quelques manuels scolaires récents de mathématiques, je contribue à cerner l'évolution des enjeux de l'enseignement des mathématiques de l'école élémentaire. Je montre comment certains auteurs de manuels scolaires s'emparent et traduisent les incitations de la noosphère (Chevallard, 1985) se rattachant à cette question. Enfin, j'essaie de mesurer les conséquences de cette prise en compte sur l'enseignement des mathématiques, à travers l'étude d'un thème particulièrement significatif : la résolution de problèmes.

I. DES ELEMENTS PRECISANT LES RAPPORTS ENTRE EDUCATION ET ENSEIGNEMENT DES MATHEMATIQUES DANS LES PROGRAMMES DE L'ECOLE ELEMENTAIRE

La question des rapports entre éducation et enseignement disciplinaire a été abordée par de nombreux chercheurs. Je m'attache ici à étudier comment ces liens se contextualisent dans le cas de l'enseignement des mathématiques. J'étudie pour cela les programmes et instructions officielles de mathématiques depuis la création de l'école publique.

Pour les raisons indiquées ci-dessus, je me suis centré sur les intitulés relatifs à la résolution de problèmes.

Afin de mieux cerner les objectifs assignés à cet enseignement, j'ai parfois été amené à étudier certains textes de la même période ayant pour fonction de commenter ou de présenter ces programmes dans un souci de formation.

1. La période des programmes de 1882-87

1.1. L'intitulé des programmes

La résolution de problèmes est essentiellement pensée en terme d'exercices d'application ou en géométrie comme prétexte à l'introduction de vocabulaire.

Classe enfantine (5 à 7 ans) :

> *Géométrie : choix d'exercices évitant les nomenclatures techniques, les définitions et l'excès de détail dans l'analyse des formes géométriques*

Cours élémentaires de 7 à 9 ans :

> *Calcul arithmétique : Petits problèmes oraux ou écrits, portant sur le sujet (les quatre opérations), les plus usuels ; exercices de raisonnement sur les problèmes et les opérations exécutées.*
>
> *Géométrie : simples exercices pour faire reconnaître et désigner les figures (...)*
>
> *Exercices fréquents de mesure et de comparaison des grandeurs par le coup d'œil ; appréciation approximative des distances...*

Cours moyen (9 à 11 ans) :

> *Calcul arithmétique : problèmes et exercices d'application. Solutions raisonnées. Suite et développement des exercices de calcul mental appliqués à toutes ces opérations.*

Cours supérieur (11 à 13 ans) :

Méthode de réduction à l'unité appliquée à la résolution des problèmes d'intérêt, d'escompte, de partage, de moyennes, etc.

géométrie : pour les garçons : application aux opérations les plus simples de l'arpentage.

1.2. Mathématiques, morale et autres disciplines

L'enseignement des mathématiques est marqué par souci nettement utilitaire. Ainsi les auteurs du «*Manuel du Certificat d'Aptitude Pédagogique* » (Brossard-Defodon, Hachette 1904) précisent :

> *Beaucoup d'applications, c'est-à-dire de problèmes, et des problèmes tirés du milieu où devra se passer la vie de nos élèves. Pourtant, dans le cours supérieur, ne craignons pas de nous élever un peu. Les sciences ont aussi leurs problèmes usuels en quelque sorte, intéressants pour tous, de nature à élever les esprits. Ne craignons pas d'aborder des problèmes de cette catégorie même avec des enfants destinés aux champs ou à l'atelier.*

Malgré cette volonté exprimée « d'élever le niveau » de réflexion, l'école et l'enseignement des mathématiques visent à donner les éléments de calculs indispensables à l'entrée dans la vie active et professionnelle.

Tannery (1904) dans un article *sur l'enseignement de l'arithmétique à l'école primaire* relativise l'importance de la démonstration en mathématique et définit ce que l'on peut désigner par esprit critique, par l'assertion suivante :

> *Et pourquoi donc le maître ne solliciterait-il pas la confiance de ses élève, quand il leur apprend l'arithmétique et qu'il a le droit de leur dire en toute sincérité : si vous travaillez bien, plus tard, en vous donnant un peu de peine, vous pourrez reconnaître par vous même la vérité que je vous affirme.*
>
> *Que l'élève sache distinguer entre l'affirmation à laquelle il croit, et la démonstration qu'il comprend : c'est en cela que consiste l'esprit critique ; il ne consiste pas à rejeter toutes les affirmations. Reconnaître la sincérité de celui qui parle, et qui dit toute la vérité, se fier à celui qui sait, ne juger par soi-même que ce que l'on connaît et ce que l'on comprend soi-même, s'avouer que l'on ignore beaucoup, ce n'est là pour les hommes faits ou les écoliers, ni une cause d'erreur, ni une marque d'un défaut intellectuel.*

Les mathématiques ne doivent pas être enseignées indépendamment des autres matières. Le souci de la correction du langage employé, de l'orthographe des élèves est souligné. Ainsi dans le même ouvrage, Brossard et Defodon exposent certaines conclusions relatives à l'observation (inspection) d'une institutrice ainsi :

> *La solution du problème est exacte ; Mlle X... a compris la question posée, et elle a bien disposé des raisonnements à l'aide desquels elle a obtenu le résultat final. Mais elle a négligé l'orthographe et j'aperçois dans sa rédaction des fautes indignes d'une élève de cours supérieur, celles-ci par exemple : vendues au féminin quand il s'agit*

de sept neuvièmes d'une pièce ... ; vendrent : un infinitif traité comme un mot variable. Corrigez ces fautes sur votre copie, mademoiselle.

Divers manuels s'adressant aux maîtres développent des enjeux moraux assignés à l'enseignement des mathématiques. Dans le *Manuel du Certificat d'Aptitude Pédagogique* précédemment cité, les auteurs soulignent que cet enseignement doit être l'occasion de transmettre des valeurs morales :

> *Le Père Gérard, que nous nous citions tout à l'heure, veut que l'enseignement du calcul lui-même tourne au profit du cœur en même temps qu'à celui de l'intelligence. Il est facile, en effet, de tirer des problèmes des règles de conduites, de montrer, par exemple, le fruit grossissant de l'épargne et le résultat des dépenses peu utiles et souvent répétées. Ce sera de la bonne morale, en même temps que de la bonne arithmétique : pourquoi pas ?*

2. La période des programmes de 1923-1925

Les idées directrices des programmes précédents sont conservées, comme le prouvent les intitulés ci-dessus.

Cours élémentaire :

> *calcul arithmétique : petits problèmes oraux ou écrits portant sur des sujets usuels.*
>
> *Premiers exercices de calcul rapide et de calcul mental.*

Cours moyen :

> *calcul arithmétique : Problèmes sur des données usuelles - règle de trois simples, règles d'intérêt simple. Suite et développement des exercices de calcul rapide et de calcul mental.*

L'accent est mis dans les instructions officielles sur les manipulations :

> *Partout, l'opération manuelle précède l'opération arithmétique.*

L'ancrage de cet enseignement sur la vie courante ou sur la vie de la classe est renforcé comme le prouve cette explicitation des activités géométriques :

> *dans les programmes d'aujourd'hui comme dans ceux d'hier, on ne craint pas d'aborder des notions inscrites sous le titre un peu effrayant de géométrie, mais il faut entendre par là « forme des champs, mesure sur le terrain ...*

Signalons le rapport très « progressiste », pour l'époque des Inspecteurs Généraux Marion et Leconte (1928) que ne démentiraient pas nombre de pédagogues actuels sur l'apprentissage dogmatique et la nécessité de diversifier les supports du raisonnement. De plus ce texte initialise un certain nombre d'idées sur la nécessité de présenter des problèmes plus adaptés :

> *En résumé, il semble que la grosse majorité des inspecteurs et des maîtres ait compris la nécessité de rajeunir notre enseignement du calcul, de le rendre moins dogmatique, de le rapprocher de nos*

habitudes actuelles de pensée et de vie courante. Les vieilles formes de problèmes, l'effort vain et puéril que demande leur étude doivent être abandonnées au profit des questions plus simple, posées par la pratique journalière, au profit aussi d'une étude moins hâtive, moins purement mnémotechnique des opérations fondamentales.

Ce rapport se conclut par :

Donc en raisonnant plus et mieux que nos voisins (explicitement ici les allemands) elle nous apporte un précieux encouragement dans la voie où nous sommes engagés de ne plus imposer les faits mathématiques à l'esprit mais de les faire comprendre.

3. Les programmes de 1945

Les programmes de 1945 vont le plus loin dans l'explicitation du rôle éducatif de l'enseignement des mathématiques. Des textes d'accompagnement des programmes, nettement plus détaillés que précédemment apparaissent.

L'extrait des programmes du cours préparatoire témoignent de souci d'expliciter les valeurs assignés à l'enseignement dispensés à l'école :

Toute la vie scolaire est orientée vers la formation de bonnes habitudes (propreté, ordre, exactitude, politesse, etc.). Comme à l'école maternelle, les divers exercices ont pour but de faire acquérir les premières connaissances usuelles et surtout d'amener les enfants à observer, à comparer, à questionner et à s'exprimer.

La circulaire du 7-12-1945 précise l'intention ministérielle :

Elles ont un double but : 1° rendre à notre enseignement primaire sa simplicité et son efficacité anciennes en ce qui concernent l'acquisition des mécanismes fondamentaux ; 2° le fonder davantage sur les faits, sur l'observation personnelle, afin de donner à la jeunesse française « le grand bain de réalisme » dont elle a besoin ». Apprendre à observer doit être l'un des principaux soucis de nos éducateurs.

Ce souci de réalisme se traduit par l'introduction de :

nombres concrets, c'est à dire de nombre (entiers) suivis d'un nom d'objet (béret, élève...).

L'accent est mis comme en 1923-25 sur l'observation.

Il est précisé :

Calculer vite et bien reste son objectif principal. Ce but utilitaire explique la place de choix donnée à l'étude des nombres entiers et des nombres décimaux - qui suffisent aux problèmes de la vie courante - et la place réduite laissée aux fractions ordinaires.

Les auteurs des Instructions Officielles précisent :

qu'en principe, le programme ne sépare pas la pratique des opérations de leur usage ou de leur application.

Les problèmes sont vus essentiellement comme des exercices d'application. Dans le paragraphe consacré à ce thème, ils perdent même un peu de complexité au cours élémentaire, ils sont réduits à ceux portant sur une seule opération ou bien dans le cas contraire comportant des indications intermédiaires.

Dans le programme du cours moyen, l'accent est mis à nouveau sur l'aspect utilitaire des mathématiques :

> *Les mots de la « vie courante », employés dans le programme marquent la volonté d'une relation étroite entre les mathématiques de l'école et les nécessités de la vie. Des problèmes de la vie courante sont des problèmes vraisemblables, dont l'élève a vu ou verra des exemples autour de lui. Avant de traiter un exercice écrit, le maître se demandera si cet exercice peut se présenter raisonnablement dans la vie pratique. Pour connaître le diamètre d'un clou, il est plus immédiat, plus commode et plus exact de mesurer directement ce diamètre avec un pied à coulisse.*

4. Les programmes de 1970

La réforme des mathématiques modernes et les réflexions qui l'ont précédée inscrivent l'enseignement des mathématiques dans une nécessaire adaptation au monde moderne. Elle vise une nouvelle façon de penser les mathématiques.

Si les programmes dans leur intitulé ne révèlent pas explicitement un changement de point de vue officiel, les Instructions Officielles (circulaire du 2 janvier 1970) situent l'enseignement élémentaire dans la perspective de la scolarité obligatoire prolongée

> *L'ambition d'un tel enseignement n'est donc plus essentiellement de préparer les élèves à la vie active et professionnelle en leur faisant acquérir des techniques de résolutions de problèmes catalogués et gérés par la « vie courante », mais de leur assurer une approche correcte et une compréhension réelle des notions mathématiques liées à ces techniques.*

L'objectif de l'école élémentaire a changé, il se situe davantage du côté de l'apprentissage des mathématiques que de celui de la préparation à l'entrée dans la vie active et à l'éducation des enfants issus classes populaires.

Un chapitre des Instructions Officielles est consacré à la résolution de problèmes. La nécessité de présenter des problèmes s'inspirant des autres matières, de la vie courante et de celle de la classe est rappelée, il est ainsi spécifié que les thèmes devront être diversifiés et :

> *permettront en particulier une certaine initiation des élèves à la vie courante de leur époque, que l'enseignement élémentaire se doit de donner.*

L'accent est toutefois mis sur le problème source d'apprentissage et de développement de la pensée mathématique, pensée qui donne :

> *du pouvoir (...) sur le monde extérieur.*

5. Les programmes de 1978-1981

Le programme du CP de 1977 se situe explicitement dans une approche pluridisciplinaire. Il a pour objectif de définir des activités qui :

> *développeront le goût de l'investigation et une certaine imagination ; ainsi s'acquerront des techniques indispensables et l'habitude de la précision de langage et de pensée dans la communication des résultats. Toutes qualités nécessaires aussi bien aux besoins de la vie courante, à la formation de l'esprit ainsi qu'à la prolongation ultérieure des études.*

L'accent est mis sur la nécessité de :

> *stimuler la recherche, les essais, de valoriser et exploiter les trouvailles (...) soit à partir d'une situation vécue qui s'y prête, soit d'une situation proposée à dessein.*

Le programme du CE de 1978 s'inscrit dans une prise en compte du développement individuel (psychologique, social) de l'enfant :

> *Le cycle élémentaire marque dans le déroulement de la scolarité primaire, et cela en cohérence avec le développement psycho-génétique de l'enfant, une étape charnière. (...) Charnière entre la phase d'émergence globale et peu différenciée des réactions aux sollicitations de l'environnement (...) et celle qui assure (...) une organisation plus structurée des possibilités telle que la scolarité devraient pouvoir les prendre en charge dans le cadre de disciplines distinctes (...). Charnière enfin - voire d'abord - entre l'âge où le comportement sont encore largement imprégnés de syncrétisme et d'égocentrisme, et celui où ils accèdent à plus d'objectivité, s'ouvrant à la socialisation...*

L'accent est mis comme précédemment sur les activités de recherche, l'imagination.

Un chapitre des Instructions Pédagogiques est consacré à la résolution de problèmes. Ils sont classés en trois catégories définies par leur fonction : source de construction et d'apprentissage d'une notion nouvelle, occasion de réinvestissement, de généralisation et enfin des problèmes « pour chercher ». Cette dernière catégorie vise à apprendre à l'enfant à organiser et traiter des données, valider ses réponses, communiquer ses résultats. Mais aussi :

> *celles-ci doivent pouvoir constituer le trait d'union, le plus efficace, avec l'ensemble des activités d'éveil (par l'exploration des divers domaines de la réalité physique ou sociale qu'elles impliquent.*

Cet aspect est repris plus loin dans le sous paragraphe situations-problèmes consacrées au mesurage :

> *Face à de nombreuses situations-problèmes, le recours à des procédures de mesurage (dénombrement y compris) est la seule façon pour les enfants de dépasser la simple observation et de traiter des situations multiples par le calcul afin d'obtenir de nouvelles informations. Le travail sur la mesure est ainsi au confluent des mathématiques et des activités d'éveil scientifique (sciences*

physiques, naturelles, économiques, démographiques, etc.). En particulier, on ne négligera pas tous les problèmes faisant intervenir la monnaie...

Les programmes du CE de 1978 sont ceux qui affirment le plus clairement cette présentation de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire.

Les programmes du CM de 1981 s'inscrivent dans cette perspective, le cycle moyen est décrit dans le préambule comme une période favorable à l'organisation meilleure des connaissances, à leur mémorisation à la mise en œuvre de projet. Les élèves de ce cycle sont en effet plus stables affectivement et ne sont pas encore affectés par les troubles de pré puberté.

Cet enseignement y est toujours vu comme une première étape de la scolarité secondaire et en osmose avec l'éveil scientifique.

Les programmes officiels de mathématiques se fixent comme objectifs entre autres de :

développer des savoir-faire et des comportements (procédures de recherche, de preuve...) dans tous les domaines.

Ces programmes se caractérisent par une large part faite à un enseignement méthodologique. Il est initialisé par un chapitre sur les situations-problèmes qui se propose d'apprendre aux élèves à :

dans des situations, vécues ou décrites, savoir : associer une question qu'on se pose, ou qui est posée, et l'information pertinente qui lui correspond ; organiser et exploiter cette information ; communiquer les résultats obtenus et la démarche suivie, et en établir la validité.

Les Instructions Pédagogiques parlent :

d'apprentissage spécifique, d'ordre méthodologique (...) nécessaire.

C'est la première fois que le terme d'apprentissage méthodologique apparaît dans des programmes officiels. Il convient donc de préciser ce que les auteurs de ces programmes associent à ce qualificatif.

Cette introduction d'un enseignement méthodologique, basé notamment sur un apprentissage spécifique de la résolution de problèmes, a été source de débat, je reproduis ci-dessous les extraits les plus significatifs des Instructions Pédagogiques des programmes de CE et CM de cette période.

3°) Enfin, il est souhaitable que le problème puisse être aussi, dès le cycle élémentaire, l'occasion d'une exploitation plus libre des situations diverses, mais surtout plus complexe, moins épurées que celles sur lesquelles les apprentissages sont effectués.

L'enfant devrait pouvoir y mettre en œuvre son pouvoir créatif en même temps que la rigueur et la sûreté de son raisonnement.

Alors travailler sur « un problème » pourrait être l'occasion pour les enfants :

De définir dans une situation une ou plusieurs directions de recherche ;

De compléter éventuellement celles-ci et de s'assurer de la possibilité de répondre à l'ensemble des questions que l'on s'est posées ;

D'organiser et de traiter ces données pour obtenir des réponses ;

De valider les réponses ;

De communiquer les résultats ;

Et éventuellement de réfléchir sur la démarche suivie en la comparant à celles qui ont été construites à l'occasion d'autres explorations de situations-problèmes.

Outre l'intérêt purement mathématique de telles activités, celles-ci doivent pouvoir constituer le trait d'union, le plus efficace, avec l'ensemble des activités d'éveil (par l'exploration des divers domaines de la réalité physique ou sociale qu'elles impliquent).

ou bien :

Il ne suffit pas de demander aux élèves de résoudre des problèmes (même en multipliant les exemples) pour qu'ils progressent dans leur capacité à le faire. Un apprentissage spécifique, d'ordre méthodologique, est nécessaire. Les objectifs de cet apprentissage sont le plus souvent présents, simultanément, dans les situations proposées aux enfants. Il y a néanmoins intérêt à travailler plus particulièrement tel ou tel d'entre eux dans certaines séquences, selon les perspectives suggérées ci-dessous.

1.1 RECHERCHER, SELECTIONNER ET ORGANISER L'INFORMATION

Les enfants éprouvent souvent des difficultés pour analyser une situation où des informations sont données et une question posée (les informations fournies sont-elles toutes nécessaires ? Sont-elles suffisantes ? Comment les coordonner et les réorganiser ? etc.). Aussi, les maîtres proposeront-ils aux enfants des situations impliquant de leur part la collecte, la constitution et l'organisation des données grâce auxquelles ils pourront répondre à la question. (...)

1.2. RESOUDRE DES PROBLEMES :

Dans la résolution d'un problème, un grand nombre d'enfants procèdent au hasard, effectue n'importe quelle opération, ou choisissent le résultat qui leur semble le mieux adapté après plusieurs essais, ou encore traitent une petite partie du problème sans se préoccuper de l'enchaînement avec le reste.

Le maître favorisera la recherche d'une démarche raisonnée. Il pourra par exemple :

Dissocier, dans certaines activités, les démarches et les calculs (...)

Proposer des problèmes dont le contexte, la formulation, les nombres sont très différents, mais qui - sans qu'ils s'agissent de famille de problèmes types - relèvent d'une même procédure générale de résolution ; (...)

Pour un même problème, les procédures de résolution peuvent être diverses, notamment en fonction des outils mathématiques disponibles selon les élèves. On s'appuiera sur cette diversité pour confronter les différentes propositions des enfants : les étapes du raisonnement ; la possibilité d'effectuer mentalement certains calculs ; le caractère suffisant, dans certains cas, d'une estimation approchée du résultat.

1.3. VALIDER LES SOLUTIONS :

Quand les enfants proposent une solution, ils sont souvent très peu sûrs de sa validité. Il est très important de développer l'habitude à prouver ce qu'ils avancent : selon les cas, par une argumentation de type mathématique, par la mise en évidence d'un contre-exemple, ou par la confrontation avec la réalité. (...)

1.4. COMMUNIQUER LES DEMARCHES ET LES RESULTATS

Dans une activité de résolution de problèmes, il est important que les enfants s'expriment à différents moments du travail et pas seulement lors de la présentation des résultats.

Le travail par groupes est particulièrement propice aux échanges (...).

Cette communication (avec ses diverses modalités) est élément important de l'activité de résolution de problèmes. Elle peut même constituer l'objectif majeur de certaines séquences.

Le maître évitera de stéréotyper la mise en forme de la démarche ou des résultats. La forme doit, au contraire, s'adapter à la situation et à l'interlocuteur, selon les moments et les activités part de l'oral et de l'écrit, du langage courant et du langage mathématique ; détail de l'explication ; présentation ; etc.

Ces textes prévoient des séquences spécifiques consacrées à la résolution de problèmes complexes dans le but d'apprendre aux élèves *« à chercher »*. Ces séquences doivent toutefois s'inscrire dans une pratique régulière. Il est ainsi rappelé que les notions mathématiques ou les algorithmes opératoires doivent être introduits comme des réponses à des problèmes.

L'accent est explicitement mis sur la nécessité d'apprendre aux enfants à rechercher, sélectionner et organiser les informations : les situations prétextes évoquées ne sont pas d'ailleurs explicitement mathématiques :

l'organisation d'une sortie, la construction d'une maquette, textes écrits, dépliants d'information, films, photos, graphiques...

Ce paragraphe précède celui consacré à la résolution de problèmes, à la validation et à la communication des solutions où l'accent est mis sur la diversité des solutions possibles d'une part, sur la mise en évidence « *de procédure générale de résolution* » commune à :

des problèmes dont le contexte, la formulation, les nombres sont très différents, (...), - sans qu'ils s'agissent de familles de problèmes types.

Ces textes invitent les maîtres à développer un apprentissage spécifique qui, bien que l'expression ne soit pas employée, semble s'appuyer sur l'apprentissage de la lecture d'énoncés, lecture perçue notamment comme recherche, sélection et tri de données en vue de répondre à des questions.

Les problèmes mathématiques ne sont plus des textes correspondant à des énoncés « standardisés », mais peuvent s'appuyer sur des documents variés.

Cet apprentissage dépasse le cadre des seules mathématiques, il est vu comme transversales à plusieurs disciplines regroupées sous le terme « éveil scientifique ».

Les situations de départ peuvent être très variées.

Enfin, l'accent est mis, à l'occasion de deux paragraphes spécifiques, dans les instructions pédagogiques du CM, sur la validation et la communication des résultats. Cette communication étant fortement associée à un travail de groupe.

6. Les programmes de 1985

Ces programmes de mathématiques reprennent dans une forme plus concise les programmes précédents.

Les mathématiques servent à :

développer le raisonnement et à cultiver chez l'élève les possibilités d'abstraction. Il apporte une exigence de rigueur dans la pensée et de justesse dans l'expression. Il fait acquérir des connaissances dans les domaines numérique et géométrique, tout en aidant l'élève à se forger des méthodes de travail. Il stimule l'imagination.

Les programmes rappellent brièvement dans un paragraphe introductif le rôle du problème. La classification en trois catégories proposée dans les programmes précédents est rappelée. Les grandes lignes d'un enseignement méthodologique sont reprises sous une forme condensée et plus contextualisée mathématiquement. L'informatique est explicitement citée.

Notons tout au début du « chapeau » introductif, une remarque rappelant certains textes passés. Elle serait due à l'insistance du ministre de l'Education Nationale de l'époque :

Les travaux et exercices donnent lieu à une reprise des apports essentiels, transcrite et conservée par l'élève dans son cahier. Celui-ci doit être tenu avec beaucoup de soin.

Le terme « *apprentissage méthodologique* » ne figure plus dans ces programmes.

7. Les programmes de 1995

Précisant en terme de programmes le projet des « cycles », faisant suite à une concertation élargie des enseignants, les programmes de 1995 s'inscrivent dans une nouvelle organisation des écoles maternelle et primaire en trois cycles. Je ne m'intéresse ici qu'aux cycle 2 et 3 relatifs à l'école élémentaire

Le texte général d'introduction replace l'enseignement élémentaire dans la perspective du collège :

> *Il lui faut intégrer les savoirs, savoir-faire et méthodes de travail personnel indispensables au collège, commencer à s'approprier les bases culturelles et les valeurs constitutives de notre société.*

Là encore, l'accent est mis sur la pluridisciplinarité, la polyvalence et le développement de l'autonomie de l'élève :

> *Elle crée les conditions pour mener des activités diversifiées, mais coordonnées concourant au même objectif, pour mettre en place au travers des différentes disciplines les procédures intellectuelles telles qu'apprendre à comparer et sélectionner des informations, à les mémoriser, les organiser, à analyser les contenus d'une illustration, d'un graphique, d'un schéma, à argumenter, à s'auto-évaluer et analyser et comprendre un échec, à trouver les conditions de la réussite... autant d'éléments qui conduisent à l'autonomie et s'acquièrent dans toutes les activités de la classe en même temps qu'ils sont au service des différents contenus disciplinaires.*

Les programmes de mathématiques du cycle 2 ne développent pas spécialement cette idée. Ils reprennent l'idée :

> *l'enseignement des mathématiques au cycle des apprentissages fondamentaux vise à développer l'aptitude à la recherche et au raisonnement.*

Ils soulignent la place importante prise par la résolution de problème.

Le programme du cycle 3 (cycle des approfondissements) développe davantage les idées de recherche, la place des problèmes dans l'acquisition des notions mathématiques. Un paragraphe spécifique est consacré :

> *à développer des compétences spécifiques, d'ordre méthodologique, utiles pour résoudre des problèmes.*

La classification en trois catégories de problèmes est reprise.

Les programmes de 2002 confirment dans leur préambule les deux missions (instruction et éducation) de l'école élémentaire ; l'éducation du citoyen devant se construire dans toutes les disciplines :

> *Deux grands axes structurent l'enseignement primaire, la maîtrise du langage et de la langue française, l'éducation civique.(...) L'éducation civique implique, outre des connaissances simples et précises, des comportements et des attitudes. Pour être solide et efficace, elle doit se construire, jusqu'à la fin du cycle 2, à partir du respect de soi et de l'autre, dans la découverte progressive des contraintes « du vivre ensemble ». L'apprentissage de la communication réglée en est l'un des instruments. La tenue de débats où chacun doit savoir réfréner sa parole, laisser place à celle de*

l'autre et comprendre son point de vue – même quand on ne le partage pas -, chercher à la convaincre en argumentant, est la première forme d'éducation à la démocratie. Ce n'est qu 'au cycle 3 que l'élève commence à prendre conscience de valeurs civiques et acquiert, à partir des différentes disciplines, les premiers savoirs susceptibles de nourrir sa réflexion et de mieux le préparer à être citoyen.

8. Conclusion

L'enseignement des mathématiques de l'école élémentaire s'inscrit à toutes les périodes de l'histoire de l'école publique dans une certaine cohérence. Les programmes de mathématiques ne sont pas pensés indépendamment d'une politique plus globale d'enseignement visant toutes les disciplines. Dans ce cadre, ils n'échappent pas aux intentions assignées par la société à l'école du moment.

L'analyse ci-dessus fait apparaître une évolution très nette dans la façon de penser l'enseignement des mathématiques qui va se traduire notamment par la place et le rôle accordés à la résolution de problèmes.

Une première rupture apparaît en 1970. Avant la réforme « des mathématiques modernes », les mathématiques de l'école élémentaire étaient pensées dans le cadre d'un enseignement débouchant sur la vie active et professionnelle. L'accent était donc mis sur leur aspect utilitaire pour la vie courante : apprendre à compter, à mesurer. Les problèmes, fortement contextualisés socialement, se devaient de mettre en scène ces situations utilitaires. Comme nous l'avons vu, c'était aussi l'occasion de véhiculer certaines règles de conduites morales.

Les programmes de 1970 et les suivants vont situer cet enseignement dans la perspective d'un enseignement secondaire. Cette nouvelle façon de penser les contenus de l'école élémentaire s'accompagne non seulement d'un certain recentrage sur les notions mathématiques étudiées mais aussi d'objectifs nouveaux. L'accent est de plus en plus mis sur la nécessité de la recherche (de solutions, de procédures), sur la preuve, la validation et la communication, sur le développement de l'autonomie de l'élève.

Avec les programmes de 1977, de nouvelles idées apparaissent. La diversité des procédures de résolution et la prise en compte de cheminements cognitifs différents sont davantage marquées. Le lien avec l'enseignement d'autres disciplines scientifiques (au départ désignées sous le qualificatif d'activités d'éveil) est affirmé. La recherche, le traitement de l'information et l'étude de la diversité des supports informationnels sont soulignés. Ces derniers éléments s'inscrivent évidemment dans une perspective explicite d'un enseignement visant des apprentissages méthodologiques dépassant le cadre strictement mathématique. Cette préoccupation méthodologique est reprise explicitement dans les programmes de 1995 de façon plus modérée[11].

Cette évolution des programmes semble traduire la prise en compte progressive, par l'institution scolaire du premier degré, de nouvelles contraintes. L'institution école primaire ne peut ignorer certains changements importants voire fondamentaux : un développement économique et technologique accéléré, un développement des savoirs disciplinaires mais aussi de la psychologie et des sciences de l'éducation, un changement dans les mentalités des élèves, des professeurs, des citoyens, un nombre plus important d'élèves scolarisés plus

[11] Cette modération se confirme dans les programmes de 2002. Les textes d'accompagnement récemment publiés font toutefois une place très importante à la troisième catégorie de problèmes : les problèmes pour chercher.

longtemps. L'école cherche à s'adapter et cette adaptation se manifeste aussi dans les programmes de mathématiques.

Due à la prolongation de la scolarité obligatoire, la nécessité de préparer tous les élèves à poursuivre des études secondaires se manifeste dans un premier temps par des changements de contenus (réforme de 1970) minorés par la suite, et dans un deuxième temps par des incitations à des changements de pratiques. La place et le rôle des problèmes dans l'apprentissage et la part accordé à un enseignement méthodologique (peu défini dans les textes) est révélatrice de cette évolution.

La prise en compte de certains résultats de recherche, en psychologie cognitive notamment, semble se traduire par une incitation de plus en plus forte à prendre en compte la diversité des élèves et des voies d'accès aux savoirs, à travers la diversité des procédures de résolution de problèmes mis en œuvre par ces derniers et par l'importance accordée au traitement des erreurs. Cette préoccupation rejoint évidemment la nécessité de s'adapter à un public devant rester plus longtemps à l'école.

Les programmes mettent également l'accent à partir de 1977 sur l'aspect outil des mathématiques au service des autres disciplines. Cela correspond à la prise en compte du rôle important joué par certains outils mathématiques dans d'autres disciplines.

Après avoir étudié les programmes de mathématiques, je m'intéresse à une autre étape de la transposition didactique : le savoir enseigné figurant dans les manuels. En particulier, j'essaie de comprendre comment les manuels scolaires prennent en compte et traduisent dans leurs propositions d'enseignement l'évolution décrite ci-dessus.

II. UNE ETUDE DE MANUELS

L'introduction dans les programmes officiels de mathématiques de l'école élémentaire d'un enseignement méthodologique spécifique de la résolution de problèmes a suscité un débat dans la communauté des didacticiens. Ce débat a eu un chez les formateurs de mathématiques intervenant dans la formation mathématique des professeurs d'école. Ces interrogations ont conduit un groupe de travail que j'animais, constitué de formateurs PIUFM et IMF, à étudier dans le cadre de stages nationaux de la COPIRELEM les séquences de mathématiques d'ouvrages de CE2 ayant trait spécifiquement à la résolution de problèmes. Cette étude a donné lieu à la publication de plusieurs contributions dans les actes du stage national de Besançon. La grille d'analyse de manuels élaborée à cette occasion (Butlen et al, 1998) a été modifiée par la suite.

J'ai étudié comment certains manuels scolaires traduisent les consignes des programmes officiels concernant l'acquisition de méthodes de résolution de problèmes. Pour mieux cerner ces modalités, j'ai défini plusieurs critères d'analyse. Il s'agit de repérer d'éventuelles régularités dans l'application de ces instructions mais aussi d'en mesurer les limites. L'objectif est de préciser des effets de l'injonction institutionnelle décrite dans le paragraphe précédent sur les modes de présentation des problèmes mathématiques et sur l'enseignement préconisé par certains manuels de l'école élémentaire.

Cette recherche vise à apporter des éléments de réponse à plusieurs questions. Certaines ont trait à la place occupée par cet enseignement méthodologique dans l'architecture générale du manuel. Comment les manuels situent-ils les apprentissages relatifs à la résolution de problèmes par rapport aux apprentissages mathématiques en général ? Comment cela se traduit dans les scénarii d'enseignement proposés ? Comment s'inscrivent ces activités dans la démarche générale des auteurs ? Sont-elles intégrées à une stratégie d'apprentissage des mathématiques par résolution de problèmes ou sont-elles simplement rajoutées ?

D'autres questions ont trait aux enjeux d'éducation et d'enseignement disciplinaire pris en compte par les auteurs des manuels étudiés. Dans quelle mesure ces activités contribuent-elles à l'apprentissage de « règles du métier d'élève », élève de mathématiques, élève de l'école élémentaire mais aussi futur élève du collège.

Quels liens cet enseignement spécifique entretient-il avec d'autres disciplines enseignées à l'école élémentaire (géographie, environnement, éducation civique, notamment)? Est-ce l'occasion de :

> *contribuer à l'éducation de l'enfant dans la perspective de lui donner les moyens de devenir un citoyen responsable et libre*[12]*?*

1. Critères d'analyse des manuels

J'ai ainsi construit une grille d'analyse qui prend en compte plusieurs d'indicateurs. Certains permettent de cerner la place et les contenus méthodologiques[13] des séquences portant spécifiquement sur la résolution de problèmes. J'emploie le terme méthodologique dans le sens défini par les programmes de l'école élémentaire.

[12] Programmes officiels 1995

[13] J'emploie le terme méthodologique dans le sens défini par les programmes de l'école élémentaire.

Un premier ensemble d'indicateurs a pour but de caractériser l'enseignement méthodologique proposé par le manuel. Dans ce but, je précise comment les auteurs traitent les apprentissages relatifs au tri et à la sélection de données, à la compréhension des questions posées ou susceptibles d'être posées à propos d'un énoncé, aux différentes étapes prévues dans la résolution du problème, à la lecture globale et cohérente des énoncés, mais aussi aux éventuelles décompositions de la tâche à effectuer en tâches plus simples...

Un problème nécessite (impose ou se caractérise par) un tri d'informations si sa résolution (ou son étude) impose de sélectionner les données utiles parmi d'autres. Cela impose donc la présence de données inutiles, à un moment donné de la résolution du problème. Il est évidemment difficile d'évaluer la pertinence du critère « données inutiles » dans un problème à étapes, par exemple. En effet leur prise en compte, à tort, par un élève dépend de plusieurs facteurs. Cela dépend du niveau scolaire, la question ne se pose pas de la même façon au CE_2 et au CM_2. Il faut considérer également le nombre de données inutiles, la proximité de celles-ci avec la question à résoudre. Le but assigné à la séquence, explicite ou non, peut aussi changer la nature du contrat didactique et donc la tâche à effectuer.

J'essaie de prendre en compte ces différents facteurs pour affecter le caractère « tri d'informations » à un problème donné. Conscient des limites d'une telle appréciation, je préfère cela à une prise en compte trop rigide d'un des facteurs comme par exemple la présence, à une place quelconque, à une étape quelconque de la résolution, d'une donnée inutile. Cette appréciation s'appuie sur une analyse de la tâche attendue d'un élève « moyen ».

Une deuxième ensemble d'indicateurs me permettre d'analyser la part prise par les mathématiques dans ces activités et notamment de cerner les apprentissages plus généraux visés (explicitement ou non) par les auteurs.

Enfin un troisième ensemble d'indicateurs a pour but de d'identifier les connaissances et compétences mathématiques en jeu dans les activités proposées et les cadres mathématiques susceptibles d'être mobilisés. Je précise dans cette rubrique les différents champs disciplinaires (non mathématiques) convoqués et les liens qu'ils entretiennent avec les mathématiques.

Enfin, une quatrième catégorie d'indicateurs permet de distinguer parmi l'ensemble des problèmes proposés, ceux où les mathématiques fonctionnent comme outils au service d'une autre discipline et ceux où les mathématiques sont absentes.

J'ai évidemment retenu une rubrique appelée « vie courante ». Il existe deux types d'habillages relevant de cette catégorie : les habillages presque « intemporels » et ceux qui évoquent une « nouvelle vie courante ». Le premier type se caractérise par un appel presque formel à des nombres permettant d'attribuer des grandeurs (prix, poids...). Le second type d'habillage vise aussi une sensibilisation à divers aspects de la vie moderne (technologies nouvelles, éducation du consommateur...)

Si les énoncés faisant appel à des achats divers (pain, lait, bonbons, etc.) perdurent plus ou moins sous la même forme ; il est possible de relever certains habillages qui se font l'écho de nouveaux besoins. Signalons par exemple, à propos des loisirs et de l'éducation culturelle, des énoncés portant sur des spectacles comme l'opéra Aïda à Bercy (annexe 1) ou le Château fantôme (annexe 2), des énoncés décrivant des manifestations sportives ou des loisirs comme la manifestation sportive (annexe 3) ou la ballade (annexe 4).

D'autres exercices font appel à des environnements courants, plus ou moins simplifiés pour se prêter à d'éventuels calculs ; c'est le cas par exemple de la *scène de la gare SNCF* (annexe 5). Certains exercices s'appuient sur l'étude d'objets technologiques comme par exemple l'activité « découverte » du manuel *Nouvel Objectif Calcul* qui fait référence à l'allumage des diodes d'une calculatrice (annexe 6 et 7) ou celle de la séquence suivante qui étudie les « codes barres » (annexe 8).

Une dernière catégorie d'indicateurs est consacrée aux différents types d'énoncés de problèmes, aux modes de présentation des données du problème et aux différents registres mobilisés à cette occasion.

Je désigne par support, les différentes modes de présentations des informations, des documents et des questions figurant dans l'énoncé. Je n'ai pas retenu le terme plus usité d'habillage car ce terme reste lié en didactique des mathématiques à un contenu mathématique ; l'habillage d'un problème mathématique « habille » un modèle mathématique. Dans cette étude, les mathématiques peuvent être absente de l'activité.

2. Analyse de trois collections de manuels de mathématiques du cycle 3

J'ai utilisé cette grille pour analyser trois collections de manuels de l'école élémentaire dont les auteurs sont proches des recherches en didactique des mathématiques.

La collection *Nouvel Objectif Calcul* présente l'intérêt d'avoir été, au départ du moins, une collection rédigée par des auteurs très proches des rédacteurs des programmes de 1977-81 par l'intermédiaire de l'INRP. La collection *Optimath* accorde une part très importante à l'écrit mathématique et aux changements de registres (Butlen et a,l 1998).

J'ai analysé trois manuels de CE_2 (*Diagonale*, *Nouvel Objectif Calcul* et *Optimath*) et deux manuels de CM_2 (*Diagonale*, *Nouvel Objectif Calcul*). Cela correspond aux première et troisième année du cycle 3, pour lesquelles l'apprentissage de la résolution de problème est particulièrement recommandé par les programmes officiels.

J'ai choisi le CM_2 car les notions mathématiques abordées ou approfondies durant cette année sont plus complexes ; certaines d'entre elles sont susceptibles d'intervenir comme outils pour d'autres disciplines (pourcentages, graphiques, etc.) J'ai choisi le CE_2 car c'est une année charnière où se stabilisent certains apprentissages mais où la maîtrise de langue naturelle, en particulier de la lecture et de l'écriture, sont encore loin d'être construites. Cela devrait permettre de préciser comment ces caractéristiques peuvent jouer sur les activités de résolution de problèmes.

2.1. Place consacrée à la résolution de problèmes dans le manuel

La part consacrée aux séquences spécifiques de résolution de problèmes est sensiblement la même dans tous les manuels étudiés. Cette part est assez importante puisque qu'elle correspond à environ une séquence de mathématiques sur six, soit 15% des séquences.

Cet apprentissage spécifique ne semble pas se faire au détriment du traitement de situations problèmes et d'exercices dans les séquences centrés sur un apprentissage notionnel. Il constitue un module relativement autonome et représente l'essentiel de l'enseignement méthodologique explicité par les manuels.

2.2. La part des mathématiques

Proportion d'exercices faisant intervenir des mathématiques de façon prioritaire ou secondaire[14]

Collections, manuels / présence des mathématiques	Nouvel Objectif Calcul		Diagonale		Optimath
	CE2	**CM2**	**CE2**	**CM2**	**CE2**
exercices faisant intervenir des mathématiques prioritairement	68%	90%	91%	75%	96%
exercices faisant intervenir de façon secondaire des mathématiques	32%	10%	9%	15%	4%
exercices ne faisant pas intervenir de mathématiques	15%	10%	9%	27%	0%

J'ai regroupé les problèmes en trois catégories : ceux qui ne font pas intervenir de notions mathématiques, ceux qui visent en premier un apprentissage non mathématique mais qui font fonctionner certains outils mathématiques et enfin ceux dont l'enjeu prioritaire est d'ordre mathématique. Cette classification est évidemment délicate à mettre en œuvre car elle repose sur une appréciation fine des notions intervenant dans l'activité et de la tâche à effectuer. Un exercice qui pourrait être étiqueté de mathématique au CP - car il met en œuvre l'écriture des premiers nombres naturels - ne peut plus être considéré comme tel au CM_2. Il faut donc relativiser les constats effectués dans la suite de ce paragraphe.

Le manuel *Optimath* CE_2 se distingue des autres par son très fort ancrage mathématique. Les autres manuels comportent tous une part non négligeable de problèmes ne faisant pas intervenir de notions réellement mathématiques : autour de 10 à 15% pour 3 manuels, 32% pour *Nouvel Objectif Calcul* CE_2. En comptabilisant les problèmes qui font fonctionner les notions mathématiques comme outil au service d'une autre discipline, nous obtenons pour les collections *Diagonale* et *Nouvel Objectif Ca*lcul des pourcentages variant de 20% à 47%. L'apprentissage méthodologique visé par ces manuels fait donc intervenir d'autres champs disciplinaires et semble même porter sur des apprentissages dépassant largement le domaine strictement mathématique. Le concept de problème et les apprentissages méthodologiques qui peuvent l'accompagner semblent, pour ces auteurs, se poser dans un cadre interdisciplinaire faisant intervenir les mathématiques à divers degrés.

Le manuel de CE2 de la collection *Nouvel Objectif Calcul* est le seul à proposer deux séances de problèmes ne faisant pratiquement pas intervenir de mathématiques.

Etudions maintenant les notions mathématiques abordées et les cadres (au sens de R. Douady) éventuellement mobilisés.

[14] Le total des pourcentages dépasse 100% car les catégories de problèmes ne sont pas disjointes.

Cadres intervenant dans les problèmes

Collections, manuels	**Nouvel Objectif Calcul**		**Diagonale**		**Optimath**
cadres mathématiques	**CE2**	**CM2**	**CE2**	**CM2**	**CE2**
numérique	56%	76%	81%	52%	100%
géométrique	6%	10%	4%	10%	0%
géométrique avec mesure	15%	13%	4%	15%	0%
graphique	26%	7%	0%	5%	0%
appel possible d'au moins deux cadres	**26%**	**16%**	**10%**	**10%**	**0%**

Les thèmes abordés par ces différents problèmes sont essentiellement du domaine numérique (52% minimum).

Le manuel de *CE2 Optimath* se distingue des autres par une très faible proportion de problèmes de géométrie. Cette faible représentation peut s'expliquer par l'existence de 5 séquences spéciales de type interdisciplinaires intitulées « Art et géométrie ». Des représentations de tableaux ou de sculptures servent de support à l'étude de propriétés et de figures géométriques.

La proportion de problèmes faisant intervenir plusieurs cadres mathématiques est nettement plus importante dans les manuels *Nouvel Objectif Calcul* que dans les manuels de la collection « Diagonale » et surtout que dans le manuel CE2 *Optimath* qui n'en comporte pas. Cette proportion reste toutefois très minoritaire. La différence entre les deux premières collections peut s'expliquer par le nombre plus élevé d'exercices faisant intervenir le cadre graphique. Le recours à ce cadre est moins important dans les manuels *Diagonale* ; ces derniers constituent le levier privilégié des jeux de cadres préconisés par les manuels de la collection *Nouvel Objectif Calcul.*

2.3 Les disciplines non mathématiques pouvant intervenir dans les problèmes traités

Dans le tableau ci-dessous, j'ai relevé les proportions d'exercices appelant un champ disciplinaire non mathématique. Afin de mieux cerner les caractéristiques des habillages des problèmes étudiés, rappelons que je prends en compte une rubrique « vie courante ». J'ai inclus sous cette rubrique les exercices ayant vocation à « éduquer le futur consommateur ».

<u>*Exercices faisant intervenir d'autres champs disciplinaires que les mathématiques*</u>

Collections, manuels	**Nouvel Objectif Calcul**		**Diagonale**		**Optimath**
champs disciplinaires	**CE2**	**CM2**	**CE2**	**CM2**	**CE2**
géographie, environnement	**18%**	**21%**	**11%**	**18%**	**18%**
histoire	9%	**19%**	2%	3%	0%
construction du temps	3%	0%	0%	0%	0%
Education physique et sportive	3%	1%	6%	7%	9%
français, littérature	**12%**	0%	**11%**	2%	2%
biologie, médecine	5%	**11%**	0%	2%	4%
physique	0%	6%	0%	2%	0%
technologie	3%	6%	0%	3%	2%
instruction civique, morale	0%	3%	0%	2%	0%
énigme, devinette (non mathématiques)	0%	0%	2%	0%	0%
Total des champs disciplinaires appelés	**50%**	**52%**	**30%**	**35%**	**32%**
Vie courante (éducation du consommateur)	**47%**	**44%**	**85%**	**53%**	**70%**
total	**71%**	**71%**	**89%**	**72%**	**80%**

Relevons tout d'abord le faible taux de problèmes faisant intervenir un "décor" exclusivement mathématique : de 11% (*Diagonale* CE2 à 29%, *Nouvel Objectif Calcul* CM2. 70% à 90% des problèmes font donc intervenir un contexte non mathématique que je vais préciser.

La grande majorité des problèmes fait intervenir un « habillage », un « décor » qui pour une part essentielle (entre 44% et 85%) s'appuie sur des scènes de la vie courante (spectacles, achats, transports publics, lectures de cartes ou de plans, etc.). Ces scènes font souvent intervenir un environnement moderne et technologique, une « nouvelle vie courante ».

Le manuel de CM2 *Nouvel Objectif Calcul* fait d'ailleurs une comparaison entre des problèmes de périodes historiques différentes afin de mieux souligner les ressemblances et les différences d'habillage selon les époques.

Les manuels de CE2 des collections *Diagonale* et *Optimath* privilégient davantage ce dernier type d'habillage que les autres.

Je détaille ci-dessous quelques exemples de problèmes qui semblent poursuivre un objectif d'éducation du consommateur ou de sensibilisation à la vie courante « moderne ».

Il existe une proportion importante (entre 30 et 52%) d'énoncés faisant intervenir d'autres champs disciplinaires que les mathématiques. Cette proportion est plus importante pour les manuels de *Nouvel Objectif Calcul* (50%) que pour les autres (30 à 35%). Les disciplines les plus sollicitées sont la géographie et l'étude de l'environnement (entre 10 et 20%), l'histoire (jusqu'à 19%) et la biologie (jusqu'à 11%).

Ce constat témoigne d'une volonté de mettre en œuvre un enseignement plutôt pluridisciplinaire et de souligner l'aspect utilitaire de certains concepts mathématiques. Les auteurs répondent ainsi aux injonctions institutionnelles détaillées dans l'analyse précédente des programmes de l'école élémentaire. Les concepts mathématiques enseignés à l'école élémentaire se prêtent à ce type d'enseignement. En effet, nombre de ces notions mathématiques sont souvent nécessaires pour vivre dans notre société : connaître les nombres naturels et décimaux, trier des données, les représenter ou les décoder à l'aide des représentations conventionnelles les plus partagées, résoudre des problèmes de proportionnalité simple, maîtriser quelques grandeurs et leur mesurage, etc. Ces concepts ont un aspect utilitaire important indépendamment de l'enseignement qui en est fait. La proportion d'interdisciplinarité est sous-estimée pour le manuel *Optimath* car la géométrie fait l'objet de séquences pluridisciplinaires non comptabilisées ici.

2.4. Les types d'énoncés

Types d'énoncés de problèmes

Collections, manuels	**Le Nouvel Objectif Calcul**		**Diagonale**		**Optimath**
champs disciplinaires	**CE2**	**CM2**	**CE2**	**CM2**	**CE2**
présence de plans ou cartes	**15%**	2%	4%	5%	5%
présence de graphiques	**24%**	8%	0%	5%	2%
présence de tableaux de données	**50%**	13%	21%	**20%**	**23%**
présence d'écritures formelles	0%	1%	4%	5%	**13%**
présence d'éléments de calculs ou de démarche	3%	**17%**	**30%**	**18%**	**16%**
présence de schémas, dessins divers comportant des informations nécessaires	**18%**	**30%**	**38%**	**30%**	**25%**
figures géométriques	9%	10%	6%	**15%**	0%
présence de plusieurs registres	**76%**	**57%**	**85%**	**72%**	**54%**
énoncés « classiques »	**18%**	**38%**	**23%**	**25%**	**45%**

Tout d'abord, il faut établir un premier constat, l'énoncé « classique » de problème, caractérisé par un texte comportant des données, le plus souvent nécessaires, et une ou plusieurs questions demandant un traitement numérique (ou géométrique) de ces données, semblent devenus minoritaires (de 18% *Nouvel Objectif Calcul* - CE2 à 45% pour le CE2 - *Optimath*).

Les énoncés font davantage intervenir plusieurs registres (de 54% pour *Optimath* CE2 » à 85% pour *Diagonale* CE2) et présentent les données sous différentes formes.

Les énoncés sont très souvent accompagnés d'illustrations (dessin, schéma, affiche publicitaire...) comportant des informations à traiter (entre 18% et 38%) et de tableaux de données (de l'ordre de 20% excepté *Nouvel Objectif Calcul* CE2 - 50% - et *Nouvel Objectif Calcul* CM2 -13%-).

Les manuels de la collection *Nouvel Objectif Calcul* présentent davantage de graphiques que les autres.

Un pourcentage important de problèmes demande aux élèves de prendre en compte une réponse ou une démarche possible (entre 16% et 30%, exception faite du manuel *Nouvel*

Objectif Calcul CE2. L'énoncé comporte une consigne qui engage la validation d'une démarche, d'une réponse ou la production d'une partie ou de tout un énoncé.

Le manuel CE2 *Optimath* se distingue des autres par une forte présence de problèmes ayant pour but de faire utiliser ou produire des écritures mathématiques formalisées de type algébrique ou pré algébrique. Ces écritures comportent une variable identifiée et symbolisée par une lettre (souvent x) ou par un signe, intermédiaire entre le « trou » et la lettre, du type □. L'auteur, Descaves, préconise d'employer très rapidement des écritures algébriques pour faciliter la compréhension du modèle et la résolution du problème.

Je constate donc la présence, en nombre important, de deux types d'énoncés. Le premier type fait intervenir au moins deux registres ; les modes de présentation des données sont variés : tableau, graphique, illustration, schéma, etc. Le second type comporte des éléments de démarches, des calculs ou des réponses et propose explicitement une nouvelle tâche : analyser la pertinence de ces éléments de solution.

Les normes de rédaction des énoncés de problèmes semblent s'être très enrichies par rapport aux années précédentes.

2.5. Les thèmes méthodologiques abordés

L'analyse des intitulés de séquences centrées sur la résolution de problèmes montre qu'une part importante est consacrée à trier des informations et à les organiser en vue de répondre à une question (mathématique ou non). Il en est de même pour la construction d'énoncés de problème (entre 20% et 36%, sauf pour le manuel *Nouvel Objectif Calcul* CE2 qui dénote un taux plus faible de 10%). Il convient d'affiner ces constats par l'étude détaillée des tâches proposées pour chaque problème.

Thèmes méthodologiques abordés

Collections, manuels	**Le Nouvel Objectif Calcul**		**Diagonale**		**Optimath**
thèmes abordés	**CE2**	**CM2**	**CE2**	**CM2**	**CE2**
Tri	**74%**	**25%**	**68%**	**35%**	**48%**
analyse et production d'éléments d'énoncés	**26%**	**33%**	**36%**	**33%**	**16%**
éléments de résolution du problème	3%	**40%**	11%	**22%**	12%
validation de la solution ou d'une démarche	0%	**18%**	**35%**	8%	13%
rédaction ou communication de la solution	0%	8%	2%	5%	**39%**

Les deux constats précédents sont confirmés ; le tri d'information concerne de 25% (*Nouvel Objectif Calcul*) à 74% (Le *Nouvel Objectif Calcul* CE2) des problèmes. La production d'éléments d'énoncés porte sur 16% (*Optimath* CE2) à 36% (*Diagonale* CE2) des problèmes.

Les manuels de CM2 accordent une part plus importante à l'acquisition de méthodes de résolution, respectivement 22% et 40%, que ceux de CE2 qui font porter davantage l'effort sur le tri des données, respectivement 74%, 68% et 48% .

La validation ou la justification des solutions et démarches des élèves n'est traitée de façon significative que par deux manuels (*Nouvel Objectif Calcul* CM2 et *Diagonale* CE2). Il faut toutefois relativiser ce résultat ; il est en effet difficile d'exposer par écrit une activité qui relève plutôt des pratiques effectives des élèves comme des maîtres.

Il existe donc une différence entre le CE2 et le CM2 : les activités de tri et l'organisation des données diminuent au profit des activités visant l'acquisition de démarches heuristiques. Cela semble correspondre, pour les auteurs, à des étapes dans l'apprentissage : le tri précède le traitement. Plusieurs recherches, notamment de Richard (1990) montrent que cette hypothèse est loin d'être vérifiée. Toutefois, tous les manuels proposent les deux types d'activités mais les fréquences de chacune varient en fonction du niveau scolaire.

Pour 4 manuels sur 5, le tri et l'organisation des données (mathématiques ou non) sont le type d'activité le plus important de cet enseignement de résolution de problèmes.

L'activité d'écriture et de production d'énoncés vient ensuite.

Ainsi, pour pratiquement tous les manuels, les activités de lecture et d'écriture (production) d'énoncés semblent à la base de l'enseignement méthodologique centré sur la résolution de problèmes.

Nous retrouvons là une caractéristique des programmes de mathématiques de l'école élémentaire.

Enfin, seul *Optimath* CE2 accorde une part importante à la rédaction (plus ou moins standardisée) des solutions.

2.6. Des exemples de problèmes utilisant le prétexte d'un enseignement de mathématiques pour aborder des questions plus générales comme le traitement de l'information, ou une sensibilisation à « une nouvelle vie courante »

Afin de préciser notre propos, étudions plus particulièrement quelques pages du manuel de CE2 de la collection *Nouvel Objectif Calcul*, en particulier les problèmes n°1 (annexe 1) et n°2 de la page 31 et le problème n°1 de la page 33 (annexe 9). Précisons la nature des activités conduites à l'occasion de l'étude de ces problèmes.

Le problème n°1 propose aux élèves d'explorer un document publicitaire (sans doute reconstruit et simplifié pour l'occasion). La conduite de cette exploration s'appuie sur un questionnaire qui ne comporte aucune question d'ordre mathématique,

Si nous analysons le livre du maître les intentions pédagogiques sous-tendant cette étude ne font pas non plus référence explicitement aux mathématiques (cf. *Nouvel Objectif Calcul*, Livre du maître, page 59) :

> *apprendre aux enfants à :*
>
> *- explorer divers documents afin de comprendre de quoi il est question et d'exploiterles informations qu'ils contiennent ;*
>
> *- savoir recueillir les informations nécessaires pour résoudre un problème*

L'analyse du scénario proposé (livre du maître, pages 60 et 61) montre bien l'ambiguité de cette séquence ; l'essentiel des questions porte sur l'exploration du document et n'est pas d'ordre mathématique :

> *qu'est-ce que le palais des sports de Paris-Bercy ?*

que signifie Aïda ?

pourquoi on donne aussi des concerts dans un lieu destiné, à priori, aux compétitions sportives ?

qu'est-ce que le calendrier de productions des légumes sur les côtes de Bretagne ?

Les auteurs semblent viser, des objectifs propres à l'analyse de documents qui pourront servir plus tard dans la compréhension des textes mathématiques: « livre ouvert, aborder une lecture rigoureuse du document (..) Que représentent les lettres en haut de chaque colonne ? », « Que signifie une flèche qui traverse ? ».

Si ces dernières questions portent sur l'étude d'un tableau à double entrée, objet d'étude en mathématiques, d'autres visent selon les auteurs une « bonne lecture » des énoncés mathématiques comme par exemple :

On peut terminer le travail en classant les questions :

- celles pour lesquelles on peut lire la réponse directement ;

- celles pour lesquelles on n'a pas la réponse dans le document ;

- celles pour lesquelles on obtient la réponse après calcul.

Cette classification des réponses sera reprise lors de séquences ultérieures à propos d'énoncés « plus mathématiques.

On peut s'interroger sur la pertinence de la dernière phase de ce travail méthodologique qui apparaît comme plaquée, l'essentiel de la séquence portant sur des questions qui ne font pas intervenir des calculs.

Par contre, elle peut se justifier si nous la resituons dans un apprentissage plus large : « *apprendre à lire un document* ».

On peut certes parler de glissement méta cognitif si on restreint cette étude au seul enseignement des mathématiques. L'ambiguïté réside dans les implicites des auteurs. L'enseignement préconisé porte sur des documents ne relevant pratiquement pas des mathématiques, s'appuie sur l'hypothèse implicite d'un transfert éventuel à la résolution de problèmes mathématiques et s'inscrit explicitement dans le manuel de mathématiques.

2.7. Conclusion portant sur l'analyse des manuels de cycle 3 : régularités et singularités

J'ai relevé, dans l'analyse qui précède, plusieurs régularités et quelques singularités. Les régularités concernent la part attribuée aux séquences consacrées spécifiquement à la résolution de problèmes, les notions et cadres mathématiques abordés à cette occasion, l'aspect pluridisciplinaire des activités, la forme des énoncés et enfin la nature des tâches demandées. Les singularités concernent plus particulièrement le manuel *Optimath* CE2 et, de façon ponctuelle pour les autres manuels, certains des thèmes abordés précédemment.

Résumons, dans un premier temps, les régularités observées.

La part relative consacrée à l'apprentissage spécifique de la résolution de problèmes est sensiblement la même dans tous les manuels (autour de 15%).

Le cadre numérique est le cadre majoritairement, voire presque exclusivement sollicité. Le cadre géométrique et le cadre graphique sont assez peu sollicités. Les jeux de cadres éventuels sont minoritaires. Ils ne concernent, quand ils existent, qu'entre 10% et 26% des problèmes.

La proportion de problèmes faisant exclusivement appel à un contexte mathématique se situe entre 20% à 30% (un taux peu plus faible pour *Diagonale* CE2 : 11%).

La présence d'activités ne relevant pas des mathématiques est assez stable. Le recours à des scènes de vie courante est très fréquent, autour de 50% pour trois manuels, atteignant même 70% (*Optimath* CE2) et 85% (*Diagonale* CE2).

Les énoncés dits « classiques[15] » sont minoritaires ; le qualificatif « classiques » ne semble plus se justifier. Deux autres types d'énoncés émergent : les énoncés appelant au moins deux registres différents et ceux dont l'étude porte ou prend en compte des éléments de démarches ou de réponses.

La présence d'illustrations comportant des informations nécessaires à la résolution (schéma, dessins,...) semble une autre régularité ; un peu plus faible pour *Nouvel Objectif Calcul* CE2 où elle est toutefois compensée par une présence plus forte de graphiques.

Le tri et l'organisation de données concernent une part importante des problèmes, plus forte en CE2 qu'en CM2. La diminution, enregistrée au cours moyen, se fait au profit d'un apprentissage d'éléments de démarches de résolution (plus heuristiques). L'analyse et la production d'énoncés concernent environ 30% des problèmes. La validation des démarches est finalement assez faible pour tous les manuels sauf pour *Diagonale* CE2.

On apprend donc, surtout en CE2, à lire et à produire des énoncés pour se centrer davantage au CM2 sur le traitement des données et sur l'acquisition d'outils heuristiques concernant plutôt les démarches de résolution.

J'ai repéré des irrégularités qui concernent un seul manuel : *Optimath* CE2. Il faut rester prudents par rapport aux conclusions exposées dans ce paragraphe ; l'analyse ne portant que sur 5 manuels. Ces derniers semblent certes représentatifs d'une évolution, assurée pour une grande part par des professeurs d'IUFM. J'ai mis en évidence des tendances qui doivent être confirmées par une étude plus exhaustive et portant sur une durée d'édition plus longue.

Résumons maintenant les traits distinctifs les plus caractéristiques relevées lors de l'analyse des manuels.

La part prise par les mathématiques « hiérarchise » les différentes collections de manuels étudiées. Les manuels des collections *Diagonale* et *Nouvel Objectif Calcul* accordent entre 20% et 40% à l'étude de problèmes ne se centrant pas prioritairement sur des notions mathématiques ; *Optimath* CE2 se distingue par un très fort ancrage mathématique (4% de la catégorie définie précédemment).

Optimath CE2 semble manifester un profil un peu particulier. Il se singularise sur plusieurs points. Sous la rubrique « résolution de problème », il n'aborde pas la géométrie, réservant une part de cette étude à une rubrique interdisciplinaire spécifique, intitulée « art et géométrie ». Les jeux de cadres ne semblent jamais être présents. Le recours à des scènes de la « vie courante » est majoré (70%). Les énoncés qualifiés de « classiques » dans notre introduction sont plus nombreux (45%) et les problèmes mobilisant plusieurs registres sont moins fréquents, bien que majoritaires (54%). Enfin, ce manuel se caractérise par une option, souvent affirmée par l'un des auteurs, Descaves, introduire puis institutionnaliser l'usage d'écritures mathématiques formalisées comportant des désignations algébriques de variables.

[15] Ce terme est défini dans la partie suivante

Il resterait à confirmer ce caractère particulier par une analyse des autres manuels de la collection ; le manuel du CM2 n'est pas édité au moment où ce chapitre est rédigé.

Les ouvrages des deux autres collections ne semblent pas manifester autant de critères singuliers. Citons quelques cas.

Les jeux de cadres éventuels sont légèrement privilégiés par *Nouvel Objectif Calcul* (26% pour le CE2), ils existent dans une moindre mesure pour *Diagonale* (10% des exercices).

Le choix pédagogique de ne pas minorer l'étude des fonctions numériques conduit les auteurs du manuel de CE2 de la collection *Nouvel Objectif Calcul* a accordé une place plus importante au cadre graphique (26%).

La proportion de problèmes faisant exclusivement appel à un contexte mathématique est minorée dans le manuel Nouvel Objectif Calcul CM2 (11%).

Diagonale CE2 se singularise par un recours plus important à des scènes de vie courante (85%).

Essayons maintenant de répondre aux questions posées au début de cette étude de manuels.

2.7. Un enseignement méthodologique relativement autonome mais s'appuyant sur une conception de l'apprentissage basée sur la résolution de problème

Il semble que les séquences consacrées spécifiquement à la résolution de problèmes s'inscrivent dans un enseignement préconisé des mathématiques basé sur la résolution de problèmes. Plusieurs éléments étayent cette affirmation, citons par exemple la position de principe affirmée par les auteurs dans les livres du maître ou le fait de commencer chaque « séquence » par une activité de «découverte» qui devrait selon les auteurs permettre, dans bien des cas, une réelle construction d'une partie du savoir visé par l'élève (collections *Nouvel Objectif Calcul* et *Diagonale*).

2.7.1 Un apprentissage qui dépasse le cadre des mathématiques

Les résultats ci-dessus montrent que ces séquences s'inscrivent, pour une part importante, dans des apprentissages mathématiques mais que les auteurs semblent, peut-être implicitement, poursuivre des buts plus généraux. Ces diverses activités semblent inspirées par des présupposés peu explicités dans le livre du maître.

La notion de problème semble dépasser le cadre des mathématiques. Les activités proposées ne visent pas seulement une modélisation faisant appel aux mathématiques mais abordent le traitement de problèmes non mathématiques. Il semble que les auteurs admettent et s'appuient sur un constat : certains problèmes de disciplines différentes peuvent avoir des caractéristiques communes (énoncés, supports informationnels...) et parfois mobiliser des méthodes et démarches semblables.

Cette position explique la présence de problèmes non mathématiques (collections *Diagonale* et *Nouvel Objectif Calcul* ou le recours fréquent à des champs disciplinaires non mathématiques.

2.7.2. La résolution de problème : une question posant le problème de la pluridisciplinarité

Un autre présupposé des auteurs concerne les relations entretenues par les mathématiques de l'école élémentaire avec les autres disciplines. Les problèmes mathématiques scolaires font le plus souvent intervenir d'autres disciplines (géographie, histoire, géologie, etc.) et l'environnement plus ou moins caricaturé de l'élève, reconstruit à des fins d'enseignement. Inversement, les problèmes des disciplines non mathématiques peuvent faire intervenir des outils mathématiques. La proportionnalité, par exemple, est parfois mobilisée par d'autres disciplines, à propos de calculs ou de l'interprétation de pourcentages, par exemple. Cet aspect utilitaire de certaines notions peut avoir des effets sur leur enseignement. La place occupée par le domaine graphique, à l'intersection de nombreux champs disciplinaires (géographie, technologie, physique...), peut expliquer que les auteurs des manuels étudiés ne se limitent pas à l'étude des seuls graphes de fonctions (représentations cartésiennes notamment) mais proposent d'étudier différentes représentations de données. Les graphiques sont alors présentés comme des outils qui permettent de modéliser des situations diverses (cf. *Nouvel Objectif Calcul* CM2, pages 40 et 41 en annexe 10).

Les auteurs semblent donc penser que certains outils mathématiques (représentations graphiques, tableau à double entrée, fonctions numériques) peuvent prendre davantage de sens, du moins dans un premier temps, dans un domaine interdisciplinaire.

Cela renvoie au statut des mathématiques enseignées à l'école élémentaire ; certaines notions mathématiques s'inscrivent dans un cursus d'enseignement de plusieurs années et ne prendront un statut réellement mathématique que tardivement. D'autres concepts relèvent plutôt de ce que certains appellent les « mathématiques naturelles » et leur rencontre peut alors se faire en fréquentant d'autres domaines que les mathématiques.

2.7.3 La gestion de l'information, une nécessité de la vie moderne

Le tri et l'organisation de l'information, l'étude de ses différents modes de présentation occupent une place importante dans l'éducation de l'élève et dans celle du futur citoyen. Les problèmes de mathématiques de l'école élémentaire se doivent de prendre en compte cette exigence en présentant des supports informationnels riches et variés. Cela implique l'apparition de nouvelles normes qui concernent aussi bien la forme prise par les énoncés des problèmes (présence de plusieurs registres, énoncés incomplets) que la tâche attendue (réflexion sur des exemples de démarches, lecture et production d'énoncés, tris de données).

Dans une intervention lors du congrès international sur l'enseignement des mathématiques, Douady (1994) a d'ailleurs développé l'idée que l'exercice de la démocratie passe par une plus grande maîtrise de la gestion des informations et que l'enseignement des mathématiques, à l'école élémentaire notamment, pourrait constituer un lieu privilégié pour apprendre aux élèves, futurs citoyens, à acquérir certaines techniques de traitement de données.

Ces manuels rejoignent les lignes directrices des programmes et instructions officielles de l'école élémentaire. Nous avons vu, dans le chapitre consacré à l'étude de l'évolution des programmes, que l'accent semble davantage mis depuis le début des années 80 sur des apprentissages transversaux. Cela a conduit les programmes de mathématiques à intégrer des éléments dépassant les mathématiques, en particulier dans le domaine du traitement de l'information.

Cette évolution peut s'expliquer par deux facteurs au moins : assurer un enseignement moins cloisonné, combler certains vides laissés par d'autres enseignements disciplinaires.

L'évolution des programmes de mathématiques montre que l'école élémentaire essaie de prendre en compte le souci de présenter un enseignement moins découpé et plus cohérent, d'établir des passerelles entre les différents domaines disciplinaires. Ce souci semble d'ailleurs gagner les autres niveaux d'enseignement.

L'éducation du futur consommateur, une sensibilisation aux aspects technologiques de notre société, plus généralement une initialisation d'un enseignement d'instruction civique semblent devenus une nécessité que l'école essaie de prendre en compte sous des formes diverses. Après avoir disparu des programmes officiels, ces domaines réapparaissent depuis quelques années. Ils semblent que l'enseignement des mathématiques, notamment à travers les activités centrées sur la résolution de problèmes ait dû combler un certain vide institutionnel ou disciplinaire et répondre à cette exigence nouvelle. L'aspect outil de beaucoup de notions mathématiques, étudiées au cycle 3 notamment, semblent favoriser ce phénomène. La polyvalence du métier de professeur d'école renforce encore le phénomène. Devant enseigner toutes les disciplines, le maître de l'école élémentaire est davantage tenté de faire des liens entre les différentes notions, de solliciter d'éventuels transferts.

Ce n'est pas sans risques pour l'enseignement des mathématiques lui-même ; certaines dérives peuvent accompagner ce phénomène. Ainsi, une présentation trop utilitaire de certains concepts mathématiques peut se faire au détriment de leur étude en tant qu'objet et peut contrarier, voire interdire une construction complète du sens. En décontextualisant trop certaines méthodes de résolution de problèmes, en les généralisant de façon abusive, l'enseignement prend le risque de les vider de leur sens. C'est sans doute ce risque que dénoncent certains didacticiens (Sarazy 1997).

Les auteurs des manuels étudiés semblent donc tous mettre en œuvre, à des degrés divers, les présupposés explicités ci-dessus. Les différences constatées correspondent sans doute à des représentations un peu différentes des mathématiques et de leur enseignement, notamment de la place de cette discipline dans un enseignement élémentaire marqué par la polyvalence des maîtres et par des préoccupations pluridisciplinaires.

La notion de polyvalence et sa prise en compte dans l'enseignement d'une discipline donnée semblent osciller entre deux conceptions différentes concernant la construction des aptitudes ou compétences dites transversales. La première conception revient à considérer que les capacités en question se construisent au cours d'un processus de généralisation, de décontextualisation de compétences disciplinaires. La seconde conception part de l'hypothèse que des compétences plus générales se contextualisent dans diverses disciplines. Ces points de vue, apparemment contradictoires, sont souvent contestés ; l'argument le plus solide réside toujours dans la méconnaissance du processus de décontextualisation dans un cas comme du processus de contextualisation dans l'autre. La réalité est sans doute plus complexe et plus dialectique : la construction de compétences transversales ou pluridisciplinaires pourrait dépendre des contenus susceptibles de les mobiliser et nécessite des aller-retour entre généralisation et contextualisation, entre décontextualisation et application locale.

III. CONCLUSION

L'enseignement des mathématiques prescrit par les programmes officiels et par les manuels scolaires essaie de prendre en compte certaines contraintes d'une société en évolution. L'étude exposée précédemment bien que partielle et marquée par une approche disciplinaire révèle toutefois quelques éléments caractéristiques d'une adaptation sans doute profonde. Les divers intitulés de programmes ayant trait à la résolution de problèmes se caractérisent par une certaine continuité et par des changements. Depuis la création de l'école publique, l'institution affirme la double mission de l'enseignement de mathématiques : transmettre des contenus disciplinaires mais aussi éduquer le futur citoyen. Les changements correspondent à des adaptations aux nouvelles missions de l'école.

La place accordée à l'apprentissage de la résolution de problèmes témoigne de la pénétration d'une conception problématique des mathématiques issue des recherches en épistémologie comme en didactique des mathématiques. Bien que certaines activités proposées par les manuels étudiés soient critiquées (Sarazi, 1997), cet enseignement spécifiquement consacré à la résolution de problèmes constitue néanmoins une tentative pour étayer les démarches des élèves.

Les auteurs des manuels étudiés établissent des passerelles entre les disciplines enseignées en présentant des situations où certains concepts mathématiques fonctionnent comme outils pour construire d'autres notions, dans des domaines non mathématiques. Les nombreux exemples de problèmes faisant intervenir plusieurs disciplines montrent la volonté d'intégrer une dimension pluridisciplinaire dans l'enseignement des mathématiques.

L'enseignement des mathématiques veut contribuer à la construction de compétences dépassant largement le cadre de cette discipline. C'est notamment le cas pour le recueil, le tri et le traitement des informations. La maîtrise de ce savoir-faire semble nécessaire à certains apprentissages mais aussi répondre à un souci d'éducation. La résolution de problème semble aussi l'occasion de sensibiliser l'élève à divers aspects de vie sociale : consommation, objets technologiques divers...

Enfin, l'accent mis depuis une vingtaine d'années sur la diversité des procédures de résolution des élèves comme sur le traitement des erreurs montrent un souci de mieux adapter l'enseignement à la diversité des élèves, notamment aux élèves en difficulté.

L'analyse précédente montre que l'activité du professeur d'école enseignant les mathématiques à l'école élémentaire répond à des enjeux qui dépassent le domaine de la discipline. Il est donc nécessaire de prendre en compte la mission d'éducation dans l'analyse des pratiques de ces enseignants. Les contraintes liées à ces enjeux sont plus fortes en ZEP où les questions de socialisation sont plus présentes et pèsent davantage sur l'exercice quotidien du métier comme nous le verrons en troisième partie. La définition de deux types de genre i-genre et e-genre me permet de rendre compte de cette double mission d'éducation et d'instruction du professeur d'école dans l'analyse des pratiques observées. Les évolutions que j'ai d'identifié ci-dessus expliquent en partie les contradictions que je mets en évidence dans les pratiques des enseignants de ZEP. C'est notamment le cas de la contradiction entre une logique de socialisation etune logique des apprentissages disciplinaires. D'autres contradictions comme celle existant entre collectif et individuel, entre une logique de projets d'école transdisciplinaires et logique d'apprentissages disciplinaires, entre une logique de réussite immédiate et une logique des apprentissage (cf. partie 3) peuvent s'interpréter comme des compromis entre la prise en compte de contraintes sociales et celle de valeurs plus récentes transmises par l'école d'aujourd'hui : prise en compte de l'individu, différenciation, développement de l'autonomie de l'élève, etc.

Ces orientations, exprimées par la noosphère et relayées par les manuels scolaires, sont-elles effectivement mises en œuvre par les maîtres du premier degré ?

L'introduction d'une certaine pluridisciplinarité dans l'enseignement des mathématiques peut s'appuyer sur le caractère polyvalent du métier de professeur d'école. Cela permet une relative unification de l'enseignement dispensé et légitime le pari fait sur d'éventuels transferts. Cela demande toutefois une culture générale plus importante comme une connaissance plus précise des relations possibles à établir. L'institution semble, à ce sujet, parier sur un niveau universitaire plus élevé de recrutement des nouveaux professeurs d'école. Il reste à savoir si la formation peut concrétiser cet espoir.

Des recherches portant sur les professeurs d'école enseignant en ZEP notamment peuvent le laisser penser. Elles mettent en évidence des effets attribuables à la formation initiale comme continue. Les instituteurs mobilisés professionnellement, étudiés par Kherroubi (1994), sont souvent en contact avec l'IUFM. Il ressort de l'étude menée par Careil (1994) que les maîtres enseignants dans des ZEP les plus sensibles à une "pédagogie rénovée", sont les plus jeunes et donc les plus proches, dans le temps, de la formation initiale.

Ce constat est toutefois nuancé dans les travaux de Masselot (2000) sur l'impact d'une formation initiale de didactique des mathématiques sur les pratiques des professeurs d'école. La situation n'est pas idyllique, comme le montrent les traces d'un certain découragement chez les instituteurs ou le risque de voir se créer une école à plusieurs vitesses (Careil, 1994). De même, une trop grande différenciation peut parfois conduire à minorer les régulations collectives et à sous-estimer les apprentissages collectifs (Butlen, Peltier-Barbier, Pézard, 2003).

Le temps semble être un autre facteur négatif. Careil (1994) souligne, par exemple, l'uniformisation progressive des conceptions et des pratiques des maîtres des quartiers difficiles qui accompagne l'ancienneté dans le métier et dans le quartier. Bolon (1997) évoque l'idée d'un processus d'intégration qui tend à annuler les effets novateurs d'une formation ; la nécessaire intégration dans l'équipe de collègues de l'établissement, la cohérence sur plusieurs années de l'enseignement diffusé, semblent limiter les innovations et les tentatives individuelles de changements de pratiques. Les recherches que j'ai menées sur les pratiques des professeurs d'école débutants enseignant en ZEP confirment cette hypothèse.

DEUXIEME PARTIE : DES DFFICULTES DES ELEVES EN MATHEMATIQUES AUX ELEVES EN DIFFICULTE ; CALCUL MENTAL, TRAVAIL SUR LES TECHNIQUES OPERATOIRES ET CONCEPTUALISATION

I. INTRODUCTION

Je présente une synthèse de recherches portant sur les liens existant entre le travail de techniques opératoires, le processus de conceptualisation et la résolution de problèmes arithmétiques. Ces liens sont plus particulièrement étudiés à l'occasion d'activités de calcul mental. Elles concernent des élèves de l'école élémentaire (du cours préparatoire au cours moyen) et des deux premières années de collège (6^{e} et 5^{e}). Certaines concernent plus particulièrement les élèves en difficulté, notamment issus de milieux socialement défavorisés (ZEP/REP).

Les activités de calcul mental sont à notre avis des moments privilégiés pour travailler sur les nombres et sur les techniques opératoires. En effet, l'élève devant par souci d'économie mettre à distance les algorithmes écrits, est amené à adapter ses stratégies en fonction des nombres intervenant dans les calculs. Il a la possibilité d'explorer et de mobiliser diverses propriétés des nombres et des opérations.

Une pratique régulière de calcul mental peut ainsi contribuer à rendre plus disponibles ces propriétés, enrichir les conceptions numériques, accroître la familiarisation de l'élève avec les nombres et les opérations, diversifier les procédures de calcul. Les activités de calcul mental sont souvent des moments de travail intensif.

Nous pensons également que le calcul mental est un domaine d'expérience pour la résolution de problèmes numériques. Nous faisons l'hypothèse qu'une pratique régulière de calcul mental accroît les capacités d'adaptation et d'initiative des élèves. Leurs connaissances sur les nombres et les opérations étant plus disponibles, ils s'autorisent davantage à faire des essais, à tâtonner et ce d'autant plus qu'ils sont mieux habitués à adapter, lors de calculs mentaux, leurs stratégies aux données numériques.

Comme je l'ai indiqué dans l'introduction de cette note de synthèse, Les travaux que j'ai mené sur les élèves en difficulté en mathématiques scolarisés en ZEP se distinguent d'autres travaux de didactique des mathématiques par trois caractéristiques.

Mon approche se caractérise tout d'abord par le souci de concilier deux points de vue didactique et sociologique. Le premier point de vue est centré sur une analyse didactique faisant intervenir les contenus enseignés. La question de l'échec scolaire des élèves des Réseaux d'Education Prioritaire (REP) ne peut se réduire au seul aspect cognitif. Un second point de vue essaie de prendre en compte certains déterminants sociaux. Je développe cette seconde approche dans la troisième partie consacrée notamment à l'analyse des pratiques de professeurs d'école enseignant en REP. Je suis également amené à intégrer des éléments de différents cadres théoriques pour analyser les phénomènes observés : psychologie cognitive, sociolinguistique notamment.

J'utilise des résultats de sociologie pour caractériser le public des élèves concernés par ces travaux. Ce sont soit des élèves scolarisés dans des écoles situées dans des quartiers populaires de Seine et Marne (région de Melun), soit des élèves de classes jugées très faibles de deux collèges situés respectivement dans les départements des Hauts de Seine et du Val de Marne. Ces classes regroupent des élèves en difficulté issus majoritairement de milieux sociaux professionnels modestes ou défavorisés. Une proportion importante d'élèves a des parents immigrés de première, seconde, voire troisième génération. Le choix des classes a donc respecté deux critères : un critère sociologique et un critère cognitif. Les performances enregistrées à différents tests, notamment aux évaluations nationales organisées par le M.E.N. révèlent des difficultés importantes.

Ces travaux sont initialisés par une démarche théorique qui s'appuie sur une approche psychologique (Vygotski) et socio-linguistique (Bautier 2001, Lahire 1993, Rochex J.Y. 1995), utilisée dans un contexte didactique : les verbalisations peuvent être unificatrices et formalisatrices.

Je présente les résultats des recherche en didactique des mathématiques portant sur les élèves en difficulté, issus ou non de milieux socialement défavorisés que j'utilise. Ces travaux sont assez peu nombreux, du moins en France, et portent plutôt sur des diagnostics. Ils concernent davantage les élèves en difficulté que les élèves de milieux défavorisés (REP ou ZEP). Certains débouchent sur des pistes susceptibles d'améliorer les apprentissages de ces élèves, mais ce sont souvent le résultat d'analyses a priori ou plus rarement d'études de cas. Perrin-Glorian (1993), à partir de l'analyse d'observations effectives de classes comportant un nombre important d'élèves en difficulté, propose des hypothèses explicatives et des pistes. Ces dernières n'ont toutefois pas fait l'objet d'expérimentation permettant de les valider.

Mon approche se caractérise également par l'élaboration d'ingénieries destinées à étudier spécifiquement des cheminements cognitifs d'élèves en difficulté scolarisés en ZEP qui s'appuie sur des résultats d'autres recherches que j'ai menées mais qui ne visaient pas particulièrement ce type de publics. Ces dernières m'ont toutefois permis de dégager des hypothèses concernant les difficultés susceptibles d'être rencontrées par ce public et des pistes permettant de les dépasser au moins partiellement.

Quelque soit les publics concernés, les ingénieries que j'ai élaborées et testées visaient un double objectifs : susciter des cheminements cognitifs spécifiques d'un contenu donné ou d'un public donné en vue de les identifier et des les analyser. Je recueille ainsi des informations sur les apprentissages des élèves, sur leurs difficultés et sur des conditions permettant éventuellement de les dépasser. Pour élaborer ces ingénieries, j'ai donc utilisé des éléments empruntés à divers cadres théoriques, des résultats de recherche que j'ai menée précédemment. Cette élaboration s'appuie donc sur des diagnostics préalables et des analyses a priori[16].

Mes différents travaux tout en prenant en compte ces résultats, essaient de dépasser le diagnostic et les analyses a priori. Ils essaient de présenter des leviers susceptibles de contribuer à l'amélioration de l'enseignement de certains contenus mathématiques en REP et étudient les conditions de leur mise en œuvre. Ils ont été expérimentés et évalués. Il s'agit principalement d'apprentissages numériques : numération, techniques opératoires standards ou non, calcul mental et résolution de problèmes numériques. Ces recherches centrées sur les élèves en difficulté s'appuient également sur des travaux que j'ai pu mener auparavant avec Pézard M. sur l'enseignement de certains de ces contenus dans le cas d'élèves de classes ordinaires regroupant un public d'élèves standard.

Précisons les objets que nous étudions dans les chapitres qui suivent.

---

[16] J'utilise le terme d'analyse a priori pour décrire l'activité du chercheur quand il procède à une analyse d'une situation sans prendre en compte les données fournies par l'observation, l'expérimentation de celle-ci. Cette activité est souvent prédictive. Le chercheur essaie de prévoir les procédures susceptibles d'être mises en œuvre par les élèves, leurs performances, les effets de l'activité développée sur le rapport que l'élève entretient avec les connaissances en jeu, les effets des variables de la situation sur ces procédures et rapports au savoir, etc. Cette analyse n'est pas située dans le temps, elle peut être menée dans un but d'ingénierie (construction d'une situation) ou dans le but d'élaborer une grille de lecture de phénomènes susceptibles d'être observés. Il s'agit aussi bien d'une analyse avant l'observation que d'une analyse avant l'étude des résultats de cette observation.

1. Travail sur les techniques opératoires et connaissances sur les propriétés des entiers naturels

Par techniques opératoires, nous entendons aussi bien les algorithmes des quatre opérations arithmétiques (addition, soustraction, multiplication et division) enseignées à l'école élémentaire que d'autres techniques de calcul mobilisables mentalement ou par écrit. Il peut s'agir de procédures de calcul primitives mobilisées par des élèves ne maîtrisant pas encore un algorithme standard. Dans le cas de calculs de produits, l'élève peut par exemple mettre en œuvre des additions réitérées ou encore additionner des produits partiels correspondant à des décompositions des facteurs du produit.

Il peut également s'agir de démarches de calcul mobilisées par les élèves lorsque le mode de calcul est totalement ou partiellement mental. Nous avons notamment analysé les diverses procédures mises en œuvre en fonction du niveau de scolarisation des élèves (du CP au CM_2) et des données numériques intervenant dans les calculs. Je présente au deuxième chapitre une hiérarchie construite en tenant compte des critères d'économie et de performance. Ces procédures nécessitent pour être mises en œuvre des connaissances numériques spécifiques. La mobilisation de ces procédures nous renseigne donc sur les connaissances des élèves. Réciproquement, l'apprentissage de techniques de calcul faisant intervenir des propriétés particulières des nombres et des opérations peut contribuer au renforcement de ces connaissances numériques. Nous avons étudié les liens qu'entretenaient ces deux types d'apprentissage.

Par "travail sur les techniques opératoires", nous entendons donc le travail effectué dans le cadre scolaire sur différentes techniques de calcul standardisées ou non.

Le deuxième chapitre est consacrée à l'étude des liens entre les conceptions numériques des élèves, plus particulièrement leurs connaissances des décompositions additives ou multiplicatives des nombres entiers, et la maîtrise de techniques opératoires dont la mise en œuvre nécessite ces dernières connaissances. Je développe plus particulièrement un exemple de recherche qui porte sur cet aspect particulier de la construction des structures additives et multiplicatives (Vergnaud, 1982) et qui se situe dans le cadre d'une pratique de calcul mental. J'ai mené d'autres travaux sur le même sujet qui complète les résultats ainsi établis et qui utilise un environnement informatique (Butlen 1985, Butlen et Lethielleux 1986a et 1986b, Butlen 2004b).

Ces recherches concernent tous les élèves. Elles ne portent pas directement sur les élèves en difficulté en mathématiques. Mais, comme nous l'avons indiqué précédemment, l'analyse des difficultés rencontrées par certains élèves ou plus généralement par la majorité d'entre eux nous renseigne sur de possibles sources de différenciation.

2. Pratique de calcul mental et résolution de problèmes numériques

Après avoir étudié comment les connaissances des élèves sur les nombres entiers et leur maîtrise des techniques opératoires s'acquièrent et se renforcent, Je me suis intéressé aux procédures et performances de résolution de problèmes numériques standard d'élèves pratiquant régulièrement des activités de calcul mental. Ces recherches, menées en collaboration avec Pézard Monique permettent de mieux cerner les relations existant entre le travail sur les techniques opératoires et la construction des structures additives et multiplicatives (Vergnaud, 1982).

J'ai adopté deux entrées différentes pour traiter cette question.

La première entrée consiste à analyser les effets d'une pratique de résolution mentale des problèmes afférents aux procédures mobilisées par les élèves. A partir de l'étude de la résolution d'un problème de composition de transformations additives portant sur des mesures, j'ai analysé comment et à quelles conditions une pratique de calcul mental influait sur l'évolution des procédures mobilisées aussi bien que sur leur disponibilité.

La seconde entrée consiste à mesurer les effets d'une pratique de calcul mental sur les performances d'élèves de CM_2 tenus de résoudre des problèmes numériques standard. Il s'agit notamment d'évaluer cet impact sur le processus d'automatisation de la reconnaissance de l'opération à effectuer.

Chaque recherche est fondée sur l'expérimentation d'ingénieries qui, comme les précédentes, concernent un public d'élèves ne présentant pas de spécificité particulière ; mais, comme les précédentes aussi, les analyses accordent une attention particulière aux élèves habituellement en difficulté en mathématiques.

Ces premières réflexions et les pistes de travail ainsi dégagées ont permis de mieux cerner le public des élèves en difficulté, notamment celui qui relève d'une scolarisation en ZEP. Les chapitres qui suivent concernent l'enseignement des mathématiques à des élèves en difficulté.

3. Des étapes dans le processus de conceptualisation, portée et limites

La mise en place de situations spécifiques nous permet de mettre en évidence et de mesurer les effets des étapes intermédiaires inhérentes au processus de conceptualisation des notions mathématiques et des méthodes de résolution de problèmes utilisées par les élèves : étapes capitales pour les élèves en difficulté issus de milieux socialement favorisés qui sont scolarisés en ZEP.

Ces intermédiaires sont de deux types : le recours à une certaine généricité, d'une part, la construction et la mobilisation passagère d'outils heuristiques lors de résolutions de problèmes, d'autre part.

Le premier intermédiaire a plus particulièrement trait au processus de décontextualisation des notions mathématiques enseignées en dernière année de l'école élémentaire ou lors des deux premières années du collège. A partir de l'analyse de différents statuts pris par des exemples illustrant des énoncés mathématiques produits par les élèves, nous mettons en évidence des niveaux de décontextualisation correspondant à des étapes du processus de conceptualisation des notions évoquées. Les élèves plutôt en difficulté peuvent produire des exemples génériques illustrant un énoncé formel au lieu de cet énoncé. Cette production dépend toutefois de conditions spécifiques : pratique régulière de débats entre pairs organisés à l'occasion de bilans de savoirs collectifs finalisés par la production d'un écrit collectif, pratique régulière du calcul mental (et donc d'un travail quotidien de techniques opératoires), explicitation des méthodes rencontrées lors des activités mathématiques. Le débat entre pairs et le recours à l'écrit constituent deux outils de distanciation par rapport à l'action. Les travaux de didactique des mathématiques (Perrin-Glorian, 1992) et de sociolinguistique (Bautier 1995, Lahire, 1993) ont montré qu'une prise de distance insuffisante par rapport à l'action pouvait constituer une source majeure de différenciation.

Le second intermédiaire étudié porte plus particulièrement sur l'impact d'une pratique régulière de calcul mental sur les outils heuristiques et les stratégies de résolution de problèmes numériques. Dans les conditions exposées ci-dessus, l'analyse de textes produits par les élèves concernés par l'ingénierie décrite ci-dessus montre que certains d'entre eux construisent et mobilisent des outils de résolution de type pré-algébrique lorsqu'ils éprouvent des difficultés.

II. TRAVAIL SUR LES TECHNIQUES OPERATOIRES ET DISPONIBILITE DES DECOMPOSITIONS ADDITIVES OU MULTIPLICATIVES DES ENTIERS NATURELS

Ce chapitre a trait aux relations existant entre les connaissances des élèves sur les entiers naturels et la maîtrise de techniques opératoires standardisées ou non. Je me suis plus praticulièrement intéressé à la disponibilité des décompositions additives ou multiplicatives des nombres entiers lors de calculs écrits ou mentaux.

30 + 8 ou bien 20 + 18 ou encore 40 – 2 sont des décompositions additives du nombre 38 ; elles font intervenir des sommes ou des différences. 19 x 2 ou 76 / 2 sont des décompositions multiplicatives de 38 ; elles font intervenir des produits ou des quotients. Ces décompositions peuvent relever des répertoires standard (tables d'addition, tables de multiplication, etc.) ou non. Elles peuvent utiliser les règles du système de numération de position des entiers comme les décompositions 300 + 70 + 8 ou 3 x 100 + 7 x 10 + 8 de 378. D'autres, comme dans l'écriture 25 = 100/4, utilisent les notions de multiple ou de diviseur.

J'ai menée deux recherches qui portent sur ce thème. Elles permettent d'établir deux diagnostics.

Le premier diagnostic a trait à la maîtrise d'écritures multiplicatives et la connaissance du produit de deux entiers naturels. Je montre comment ces notions interviennent dans la construction de la technique opératoire de la multiplication. Cette recherche a donné lieu à une thèse de didactique des mathématiques (Butlen, 1985) et à un rapport de recherche (Butlen et Lethielleux 1986c).

Plusieurs situations utilisant un environnement informatique ont permis d'analyser des difficultés rencontrées par des élèves de cours élémentaire ne connaissant pas l'algorithme usuel de la multiplication quand ils sont tenus de calculer le produit de deux entiers naturels. Ce travail (Butlen, 2004b) permet de mettre en évidence une difficulté spécifique rencontrée par les élèves en général et par les éléments faibles en particulier lors de l'apprentissage de la technique opératoire de la multiplication.

Un scénario souvent proposé par les manuels scolaires pour aider à construire la technique usuelle de la multiplication s'appuie sur une conception de la notion de produit qui ne semble pas toujours suffisamment disponible, ni même présente, chez les élèves de CE_1.

Un travail spécifiquement axé sur la mise en relation des termes du produit de deux entiers naturels et des dimensions d'une collection organisée en grille rectangulaire ne semble pas susceptible d'assurer cette disponibilité chez tous les élèves, et l'apprentissage des tables de multiplication ne suffit pas non plus. Les élèves les plus en difficulté en général en mathématiques sont là aussi le plus souvent ceux qui sont le plus en échec.

Tout se passe comme si l'acquisition de la notion de produit nécessitait une manipulation longue et explicitée des écritures multiplicatives. Cette manipulation peut s'opérer au moyen de calculs de produits à l'aide de procédures non standard : ces calculs faisant intervenir un domaine numérique plus important que celui exploré lors de la construction des tables de multiplication, l'élève a la possibilité de se construire un répertoire multiplicatif non standard assez riche pour que la notion de produit prenne sens et que s'installe un processus dialectique entre techniques de calculs et conceptualisation. La compréhension de la notion d'écritures multiplicatives permet alors de calculer de nouveaux produits qui vont eux-mêmes conforter cette compréhension grâce à l'accroissement de la familiarisation et de la disponibilité : cela montre bien que la notion de produit est tout à la fois un préalable nécessaire à la construction d'une technique opératoire et le résultat de cette construction.

Ecriture multiplicative → calculs de produits → écriture multiplicative

Les élèves empruntent des cheminements cognitifs différents. Les élèves en difficulté, notamment, doivent mobiliser plus longtemps les procédures de calculs non expertes, de même qu'ils ont besoin de davantage d'explicitations et d'institutionnalisations locales ; ces deux leviers semblent nécessaires pour qu'ils puissent bénéficier comme leurs pairs des jeux de cadres susceptibles d'être mis en œuvre.

Ces résultats rejoignent ceux que j'expose maintenant

Un deuxième diagnostic concerne les procédures de calculs mobilisées par les élèves de l'école élémentaire lors de calculs mentaux de somme ou de produits. J'étudie à cette occasion comment la mobilisation de ces procédures dépend de la disponibilité des décompositions des nombres intervenant dans les calculs. Réciproquement, j'évalue les effets d'une pratique de calcul mental sur les connaissances des nombres. Je précise des conditions auxquelles un travail sur les techniques opératoires peut avoir des effets. Cet exposé reprend et synthétise quelques publications traitant de ce sujet tout en les replaçant dans une problématique plus large (Butlen, Pézard, 1989, 1990, 1992a).

Après avoir rappelé des éléments du cadre théorique, je présente les principaux résultats de la recherche.

1. Calcul mental, représentation des nombres en mémoire et automaticité

1.1. Représentation des nombres en mémoire

Fayol (1985) pose le problème de la représentation en mémoire des nombres. De l'enfant à l'adulte, l'acquisition de nouvelles opérations entraîne-t-elle des modifications dans la structuration en mémoire des données numériques ?

Les travaux de nombreux psychologues tendent à montrer qu'il y a une évolution en relation avec la pratique scolaire des opérations. L'organisation en mémoire des nombres reposerait : à cinq ans sur la succession par pas de un (la représentation en mémoire des nombres est unidimensionnelle) ; à huit ans sur l'addition en général ; à douze ans sur l'addition et sur la multiplication.

D'autre part, les travaux concernant la M.L.T. (Mémoire à Long Terme) conduisent les psychologues à émettre l'hypothèse d'une représentation analogique des nombres en M.L.T. Selon Fayol, il s'agirait d'une sorte de ligne mentale numérique sur laquelle interviendraient des effets liés à la distance symbolique : par exemple : $5 + 3 = 14$ est plus rapidement estimé faux que $5 + 3 = 9$. Cette distance symbolique se retrouve chez l'enfant dès l'âge de 5 ans, ce résultat étant confirmé par les travaux de Boule (1997).

La représentation de la suite numérique en M.L.T. présenterait de grandes similitudes chez l'enfant et chez l'adulte. Au fur et à mesure du développement et de la pratique scolaire, elle se complexifie et s'organise peu à peu en « réseau mental » structuré comme les classiques tables de multiplication et d'addition : le délai d'accès à un résultat dépend du nombre de rangées et de colonnes à «parcourir» mentalement. Ces recherches des psychologues sur la représentation en mémoire des nombres éclairent les procédures de calcul mental que nous avons observées chez des élèves de niveaux scolaires différents.

1.2. Démarches de calcul et automaticité

Peu de recherches ont été effectuées sur le calcul mental dans un cadre scolaire. Toutefois, nos propres études, en particulier celles exposées dans ce chapitre, nous ont conduits à poser un certain nombre de questions sur l'automatisation des calculs propres à l'école élémentaire et sur l'institutionnalisation des procédures ou démarches susceptibles d'être mobilisées.

Analysant les difficultés et erreurs d'élèves, Fischer (1987) s'intéresse à l'automatisation de certains calculs élémentaires ; il soutient que :

> *« Seule une automatisation ou en tout cas un processus reproductif plutôt qu'un processus reconstructif du rappel des faits numériques conduira les élèves à estimer les ordres de grandeur et à remarquer certaines erreurs de calculs. »*

S'appuyant notamment sur les travaux de Allardice et Ginsburg (1983) qui soulignent que ces non-automatisations peuvent être source de difficulté pour les élèves, il remarque que « *l'automaticité du calcul n'est pas actuellement un objectif très populaire dans l'enseignement élémentaire.*»

Il insiste sur la nécessité de mettre en place un travail régulier et systématique de calcul mental. Les travaux de Fischer portent en particulier sur la connaissance de l'automaticité des faits numériques à la fin de l'école élémentaire ; ils s'appuient sur un matériel informatique permettant de tester les temps de réaction des élèves. Il souligne, entre autre, que les soustractions sont très mal réussies et que les élèves rencontrent de grandes difficultés lors du « passage à la dizaine », les additions leur étant tout aussi difficiles et les opérations inverses (soustraction, division) étant moins bien réussies que les opérations directes. Revenant sur les difficultés rencontrées lors du passage à la dizaine, il constate à partir de l'étude de manuels que cette tâche n'est plus enseignée à l'école. Il faut toutefois aujourd'hui relativiser un peu ce constat : en effet, les programmes officiels actuels comme certains manuels mettent davantage l'accent sur les activités de calcul mental même si le problème de l'institutionnalisation de procédures expertes reste d'actualité.

S'appuyant sur les travaux de Léontiev (1959) qui montrent qu'un apprentissage trop tardif laisse perdurer des procédures inutilement encombrantes, il conclut en accord avec Resnick (1983) que « *les habiletés procédurales ne sont nullement incompatibles avec - et peuvent sous-tendre - la compréhension.* »

Il affirme que le rejet de l'apprentissage de procédures de calcul mental comme celle du passage de la dizaine ne semble guère justifié « *sur le plan de la psychologie cognitive en tout cas* ».

Nous apporterons plus loin notre contribution à cette question de l'apprentissage, mais aussi et surtout de l'institutionnalisation de procédures de calcul : nous démontrerons qu'il est indispensable d'institutionnaliser certaines procédures de calcul tout en insistant sur l'intérêt de quelques-uns des codages qui les représentent.

Beaucoup de revues pédagogiques s'adressant aux professeurs d'école aussi bien que de nombreux manuels scolaires soulignent qu'il est capital de faire expliciter les diverses procédures mises en œuvre par les élèves : ils mettent l'accent sur les éléments personnalisés qui conduisent un élève donné à mobiliser une procédure donnée. Sans contester la pertinence de ces analyses, nous avons constaté certaines dérives. Le risque est alors grand de ne plus privilégier les procédures économiques, de laisser trop longtemps perdurer des procédures coûteuses, voire d'attendre l'émergence spontanée de certaines procédures expertes nécessitant par exemple des décompositions additives ou multiplicatives non encore disponibles. Une institutionnalisation trop faible tout autant que la surestimation de l'explicitation des procédures de calcul par rapport à leur comparaison peut produire une différenciation fâcheuse chaque fois que les moyens d'élaborer seuls ou ailleurs que dans le cadre scolaire des outils permettant de faire des choix appropriés font défaut à certains élèves.

Boule (1997) critique dans sa thèse les modèles cognitifs classiques issus de la psychologie cognitive au regard desquels le délai de réponse des élèves est expliqué et prédit. Privilégiant l'analyse des démarches de calcul mises en œuvre plutôt que les modèles quantitatifs révélateurs de moyennes, et donc difficilement exploitables d'un point de vue pédagogique, il attribue ce résultat au caractère trop contextualisé des démarches de calcul en jeu ; il s'appuie sur une analyse très fine des erreurs produites par les élèves, notamment sur celles consécutives à une démarche de calcul en colonne ou à un manque de contrôle sémantique concernant la numération. Nous avons repéré nous aussi ce type de démarche dans notre étude typologique.

Boule confirme et affine en outre les résultats de Fischer relatifs au passage à la dizaine. Il conclut son étude par des propositions de « remédiation » des erreurs repérées qui s'inscrivent dans le courant des propositions d'activités faites par certains auteurs actuels de manuels scolaires ou d'ouvrages pédagogiques.

1.3. Problématique

J'ai abordé la question de l'automatisation des calculs en comparant les procédures mobilisées et leur évolution lors de calculs mentaux effectués par des élèves de l'école élémentaire. J'ai essayé plus particulièrement de comprendre dans quelle mesure ces élèves réinvestissaient les algorithmes écrits (supposés pour une large part automatisés) ; de même que j'ai tenté de mieux cerner les conditions (notamment en terme de connaissances sur les nombres entiers) qui permettent à d'autres procédures de calculs de perdurer ou d'apparaître.

J'ai donc établi une typologie des procédures et des erreurs utilisées ou produites par des élèves de l'école élémentaire (du CP au CM_2) lors de calculs mentaux faisant intervenir les opérations arithmétiques usuelles (addition, soustraction, multiplication, division). J'ai ainsi montré que certaines procédures de calculs automatisées s'avèrent résistantes et peuvent limiter la mobilisation de procédures adaptées aux données numériques intervenant dans les calculs.

J'expose ci-dessous les principaux résultats de cette recherche relatifs aux structures additives et aux structures multiplicatives. Nous avons testé les performances et les procédures des élèves lors d'activités du type « compter ou décompter de n en n » ou de calcul d'additions mentales pour les premières et des calculs de produits pour les secondes, tous ces calculs faisant intervenir des entiers naturels. Je n'aborderai ici que les procédures relatives aux structures additives. Nous avons constaté des résultats analogues pour les calculs faisant intervenir la multiplication (Butlen, 2004b).

2. Procédures de calcul mental et disponibilité des décompositions des nombres entiers

2.1. Procédures et performances observées lors des activités additives

Notre hiérarchie de procédures a été construite à partir de l'observation d'élèves de tous les niveaux de l'école élémentaire (du CP au CM_2).

2.1.1. Les procédures utilisées par les élèves

Lors des deux types d'activités additives, les procédures utilisées par les élèves sont diverses et révèlent un saut qualitatif constaté ici entre le CE_1 et le CE_2. En effet, à partir du

CE2, les élèves abandonnent les techniques plus « primitives » de comptage « pas à pas » ou « dans la tête » pour mettre en œuvre des techniques utilisant des décompositions additives ou soustractives des nombres. Cette évolution est due en partie à une meilleure connaissance du répertoire additif.

On peut établir une hiérarchie des procédures observées selon deux critères : d'une part le niveau de classe où elles apparaissent et se diffusent, d'autre part la capacité d'adaptation aux spécificités du calcul, et plus particulièrement à la taille des nombres. Ainsi, l'utilisation du comptage un à un ou d'un algorithme écrit peut être souvent vue comme moins bien adaptée que l'utilisation de décompositions additives. Nous avons constaté qu'en fait ces deux hiérarchies coïncident.

Dans les activités de comptage ou décomptage comme dans les calculs mentaux d'addition, deux grands types de procédures[17] sont mises en œuvre par les élèves : les procédures évitant le calcul et celles recourant au calcul. Les premières reviennent à compter de un à un (avec ou sans les doigts). Les secondes consistent soit à appliquer mentalement l'algorithme écrit, soit à utiliser des décompositions additives. Dans ce dernier cas, il peut s'agir soit

- de la décomposition canonique de l'un des facteurs, par exemple :

$35 + 47 = (35 + 40) + 7)$

ou bien : $575 + 346 = ((575 + 300) + 40) + 6)$.

Soit de décomposition permettant de « à passer par la dizaine supérieure .

Le tableau ci-dessous résume les résultats enregistrés. Ils dépendent là encore du domaine numérique fréquenté et du niveau scolaire des élèves.

Les résultats aux calculs mentaux d'additions sont semblables à ceux enregistrés pour les activités de comptage et décomptage. Au CP et CE_1, les procédures de comptage un à un ou celle revenant à poser l'opération dans la tête sont majoritaires, voire uniquement mobilisées. C'est le cas notamment dès que l'algorithme standard a été travaillé. Les autres procédures de calcul apparaissent au CE2 et deviennent plus fréquentes, voire majoritaires, au CM.

Il faut donc attendre le CE2 (8-9 ans) pour que les procédures de calcul utilisant des décompositions additives apparaissent et soient utilisées. En général, ce sont d'abord les bons élèves qui les mobilisent, la plupart de leurs condisciples les adoptant progressivement par la suite.

Comme nous l'avons décrit précédemment, les travaux des psychologues (Fayol, 1985) ont aussi mis en évidence cette étape importante pour le comptage mental. Avant ce niveau, pour effectuer des additions et soustractions mentales simples, les enfants utilisent des procédures de comptage par pas de un. Après, les enfants procèdent comme les adultes à une récupération directe en mémoire à long terme des résultats.

Entre les deux, le CE_2 semble être une période de transition. Le saut qualitatif ici constaté entre le CE_1 et le CE_2 peut s'expliquer par une meilleure connaissance du répertoire additif, une plus grande familiarisation avec les opérations et un début d'apprentissage des fonctions numériques.

[17] Dans les activités de comptage ou de décomptage de n en n, on note également des procédures mixtes utilisant des régularités liées à la numération.

2.1.2. Le poids de l'algorithme écrit

Il nous est apparu que ce sont surtout les élèves obtenant habituellement les meilleurs résultats en mathématiques qui proposent plusieurs procédures et se révèlent capables d'en changer « comme ça les arrange » selon les données numériques.

Les élèves considérés comme davantage en difficulté en mathématiques par leur professeur mobilisent des procédures plus primitives ou peu économiques (comptage, surcomptage avec utilisation éventuelle des doigts). Malgré des erreurs fréquentes, ces élèves continuent à recourir fréquemment à l'algorithme écrit. Cette technique opératoire standard les sécurise : quand elle est suffisamment maîtrisée (dès le CE_1 pour l'addition), elle s'impose au détriment des autres techniques de calculs que ces élèves mobilisaient pourtant partiellement dans la période précédent la construction de l'algorithme écrit, y compris lors de calculs écrits.

Tout se passe comme si l'existence d'une technique écrite automatisée dont l'efficacité est socialement reconnue entrait en concurrence avec les techniques de calcul pré-existantes ou nouvelles. Les décompositions additives et surtout soustractives ne semblent pas suffisamment disponibles pour permettre à d'autres procédures de perdurer ou d'apparaître, cet effet étant renforcé par le fait que chacune de ces procédures a un domaine d'efficacité limité. Leur mise en œuvre demande donc une adaptation supplémentaire : à chaque calcul, l'élève doit choisir entre différentes procédures plus ou moins efficaces selon les données numériques. Ce choix peut apparaître comme trop coûteux.

Ce premier constat nous a conduits à déterminer des conditions permettant aux élèves de mieux gérer cette concurrence entre algorithme écrit et procédures mentales.

2.2. Des étapes dans le processus d'automatisation de diverses procédures de calcul

L'analyse précédente montre que la disponibilité des décompositions additives différencient les élèves lors des activités additives de calcul mental que nous venons d'évoquer. Sans enseignement spécifique, ce sont plutôt les meilleurs élèves, et seulement à partir du CE_2, qui mobilisent des procédures de calcul utilisant ces décompositions. L'explicitation (sollicitée systématiquement par l'enseignant) de ces procédures par les élèves qui ont réussi à les mobiliser ne suffit pas à assurer leur diffusion auprès des élèves plus en difficulté. Une comparaison collective du coût de chaque procédure ne paraît pas non plus suffisante.

Notre dispositif expérimental prévoyait une institutionnalisation souple des procédures de calcul utilisant des décompositions : elle reposait sur une explicitation et une comparaison en terme de coût et d'efficacité. L'enseignant ne peut pas imposer un type de procédure, car son efficacité dépend des nombres en jeu dans le calcul. L'institutionnalisation porte autant, sinon plus, sur la comparaison (et donc dans le domaine d'efficacité de la technique de calcul) que sur la technique proprement dite.

C'est un peu comme si les objets ainsi institutionnalisés semblaient difficiles à percevoir par les élèves, notamment par ceux éprouvant habituellement des difficultés en mathématiques. Les enjeux d'apprentissage ne sont pas directement lisibles, et le professeur ne peut complètement les expliciter. Ainsi, quand il souligne que chaque élève doit choisir la procédure qui lui paraît la plus efficace et la sûre, il risque de le conforter dans un choix inadapté, cette dérive étant favorisée par un déficit en connaissances de ce dernier. L'élève qui ne maîtrise pas les décompositions additives peut juger plus sûres d'autres procédures de calcul apparemment plus coûteuses en temps pour ses pairs.

Ne pouvant renforcer les institutionnalisations effectuées, nous avons mesuré les effets d'un autre facteur sur les apprentissages des élèves.

Il s'agit d'accélérer le processus qui rend les décompositions additives et soustractives disponibles pour le calcul afin de contribuer par-là même à les installer dans la mémoire à long terme. Cela revient à créer de nouveaux automatismes suffisamment adaptables pour laisser un choix à l'élève : celui-ci doit pouvoir choisir très rapidement (de manière quasi automatique) entre diverses procédures appelant différentes décompositions en fonction des nombres et des opérations intervenant dans le calcul.

Pour certains élèves, notamment quand ils sont en difficulté, il peut être profitable de ménager certaines d'étapes cognitives. Nous avons dans ce but mesuré les effets de certaines activités visant à automatiser certaines techniques élémentaires de calcul intervenant comme des modules dans les procédures de décomposition évoquées plus haut.

Pour amener les élèves à utiliser des techniques plus adaptées au calcul mental, nous avons proposé des exercices préparatoires de calcul rapide (par écrit et individuellement).

Pour calculer mentalement 37 + 28, on peut envisager 2 stratégies :

- décomposer additivement l'un des nombres et ajouter d'abord un nombre entier de dizaines : (37 + 20) + 8 ou (30 + 28) + 7
- décomposer additivement l'un des nombres pour arriver à la dizaine supérieure et ajouter le complément : (37 + 3) + 2 ou (28 + 2) + 35

Cette dernière stratégie suppose une bonne connaissance des compléments à 10 ou à la dizaine supérieure.

Voici quelques exemples d'exercices préparatoires visant à créer certains des automatismes évoqués ci-dessus :

- Trouver le complément d'un nombre à 10 ou à la dizaine supérieure
- Ajouter 10 ou un nombre entier de dizaines
- Trouver le plus rapidement possible le résultat d'une addition à plusieurs termes (les nombres sont dans ce cas écrits au tableau)

27 + 15 + 4 + 3 + 5   23 + 28 + 17 + 2 + 12

Les élèves ont alors intérêt à utiliser les groupements amenant à un nombre entier de dizaines.

- Décomposer additivement l'un des nombres en nombre entier de dizaines et nombre d'unités
- Décomposer additivement l'un des nombres pour aller à la dizaine supérieure

Cet entraînement visant à créer des automatismes nouveaux se traduit par une amélioration à moyen terme des performances des élèves.

3. Conclusion

L'analyse des performances des élèves de l'école élémentaire aux activités additives comme multiplicatives montre que la disponibilité de certaines procédures parfois mieux adaptées aux calculs mentaux dépend de plusieurs facteurs. Les élèves doivent être suffisamment familiarisés avec les décompositions des nombres (additives ou multiplicatives) susceptibles d'être appelées. Cette familiarité se construit lors d'activités spécifiques visant à installer des automatismes, ou plus précisément encore, en reprenant Fischer (1987), un processus reproductif plutôt qu'un processus reconstructif du rappel de ces décompositions.

En effet, notre analyse montre que si le professeur ne prévoit pas un scénario spécifique, les décompositions des nombres sont difficilement ou tardivement mobilisées dans les calculs mentaux : c'est le cas notamment des décompositions additives lors des calculs de sommes et des décompositions multiplicatives lors des calculs de produits.

Cette disponibilité est encore plus faible chez les élèves en difficulté. Nous avons constaté un décalage dans le temps. Ainsi certains élèves faibles du CM mettent durablement en œuvre des procédures « primitives » (énumération, « opérations posées dans la tête ») analogues à celles utilisées par une majorité d'élèves de CE_1 : au début de l'expérience, ces sujets ne mettaient en œuvre qu'un seul type de procédures (voire aucun).

L'aménagement d'étapes cognitives spécifiques semble être l'un des leviers les plus propices à l'amélioration de la disponibilité, l'explicitation des diverses procédures mises en œuvre dans la classe et leur comparaison en étant un autre. Tout laisse supposer que certains élèves en difficulté ont davantage besoin d'un temps plus long et d'activités spécifiquement appropriées à la mémorisation de ces décompositions : concomitante des calculs élémentaires dans un premier temps, cette mémorisation fonctionne par la suite comme des modules dans les calculs plus complexes. Les calculs effectués lors des activités que nous avons appelées préparatoires dans le paragraphe consacré à l'addition ont joué ce rôle.

Ces activités préparatoires contribuent à mettre en place d'autres procédures en partie automatisées. Leur diversité permet toutefois aux élèves de s'adapter aux nombres en jeu en choisissant la procédure qui leur semble la plus économique, compte tenu de leurs connaissances numériques.

L'explicitation seule des procédures n'est pas suffisante pour les élèves en difficulté qui ont besoin de manipuler davantage les décompositions des nombres. Sans cette étape supplémentaire, ces élèves ne semblent pas pouvoir choisir entre les procédures exposées lors des synthèses effectuées dans la classe. Ils mobilisent alors l'algorithme écrit, si difficile que soit sa mise en œuvre.

Ces constats soulèvent la question de la nature de l'institutionnalisation lors des activités de calcul mental. Celle-ci vise deux effets : assurer l'existence explicite de diverses procédures de calcul d'une part, donner les moyens à l'élève d'effectuer un choix qui dépend de l'économie de ces procédures d'autre part. Des institutionnalisations locales suffisamment souples pour ne pas induire une seule stratégie de calculs mais assez explicites pour que les élèves les plus en difficulté prennent conscience des domaines d'efficacité propres à chacune des procédures semblent ainsi profiter aux éléments les plus faibles ; toutefois, elles ne sont profitables que si certaines connaissances élémentaires ont été acquises auparavant : c'est le cas notamment de l'automatisation des techniques de calcul élémentaires évoquées plus haut.

Les leviers que nous avons utilisés pour accélérer le processus de construction de la disponibilité des décompositions additives lors de calculs de sommes sont à ce titre très significatifs. Les élèves ne maîtrisant pas assez les décompositions additives ne peuvent mettre en œuvre des procédures les utilisant. Un travail spécifiquement axé sur les techniques de calcul élémentaires et consistant à travailler sur les décompositions permet de conforter certaines connaissances. Ces activités contribuent de la sorte à enrichir le répertoire additif susceptible d'être mobilisé ultérieurement : ces connaissances prendront d'autant plus de sens qu'elles seront intégrées ensuite dans des techniques de calcul plus complexes. Il s'agit à la fois d'un travail sur la technique et d'un travail de mémorisation de faits numériques. Quand, par exemple, il faut déterminer le complément 3 à la dizaine supérieure 40 de 37, l'élève peut soit mobiliser ce fait numérique (37 + 3 = 40), soit restituer ce résultat à partir d'un fait numérique relevant du répertoire additif standard (7 + 3 = 10). Il en va de même pour des calculs du même type mais plus complexes tels que rechercher le complément à la centaine supérieur de 87. Le travail de la technique permet de produire de nouveaux faits numériques et donc d'enrichir le répertoire multiplicatif de l'élève.

L'automatisation de ces techniques élémentaires est justifiée par le calcul demandé. Elle est aussi justifiée par l'ouverture du choix ainsi ouvert lors d'autres calculs plus complexes. Elle permet pour une part de "dévoluer" des conditions nécessaires pour apprendre ; de plus, la mobilisation de décompositions lors de calculs renforce ou du moins entretient leur disponibilité. Je reviendrais après avoir étudier les apports d'une pratique régulière de calcul mental sur les procédures et performances d'élèves de CM2 tenus de résoudre des problèmes standard sur ce processus de dévolution dans le cas des élèves en difficulté.

III. TECHNIQUES OPERATOIRES ET RESOLUTION DE PROBLEMES, UNE PREMIERE APPROCHE

Je aborde maintenant un deuxième point de vue pour traiter des liens entre travail sur les techniques opératoires et conceptualisation, celui de la résolution de problèmes numériques.

Comme je l'ai déjà souligné, une grande partie des recherches ayant trait à ce thème concernent les techniques de calcul mental. Il s'agit de montrer sur divers exemples comment une pratique régulière de calcul mental peut développer les compétences des élèves en résolution de problèmes.

Cette recherche ne concerne pas spécifiquement les élèves en difficulté en mathématiques mais tous les types d'élèves.

En collaboration avec Pézard M., j'ai étudié, plus particulièrement les liens entre habiletés calculatoires et prise de sens dans la résolution de problèmes numériques. Nous entendons par prise de sens aussi bien la recherche fructueuse de procédures de résolution adaptées que la reconnaissance des opérations arithmétiques à effectuer.

Nous avons adopté deux entrées différentes.

Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés aux valeurs que le professeur peut affecter à certaines variables d'une situation susceptibles de favoriser la recherche de procédures efficaces de résolution. Il s'agit surtout de la taille des nombres intervenant dans le problème et du mode de résolution (mental, écrit). Nous avons plus particulièrement étudié la résolution mentale d'un problème de composition de transformations additives : « le problème de l'autobus ».

Une pratique régulière de calcul mental peut avoir des effets directs sur la maîtrise de procédures expertes de résolution. J'ai analysé cet impact à propos de la résolution de problèmes de composition de transformations additives (Butlen, Pézard 1992a).

J'ai plus particulièrement étudié la résolution du problème suivant :

> *dans un autobus, il y a n voyageurs ; à un arrêt, a personnes montent et b descendent. Combien y a-t-il de personnes quand l'autobus repart? »*

Deux procédures peuvent être envisagées :

- Une première procédure revenant à calculer un état intermédiaire n'= n+a puis un état final n'' = n-b
- Une procédure plus experte qui revient à déterminer une nouvelle transformation composée les deux transformations correspondant aux nombres respectifs de personnes qui montent et qui descendent a-b , à lui attribuer un signe (ou à l'associer à une opération arithmétique) et appliquer cette transformation à l'état initial n pour calculer l'état final n''.

J'ai montré que le recours à la résolution mentale de problèmes pouvait amener des élèves de CE_2, à abandonner des procédures de résolution trop coûteuses en mémoire pour des procédures de résolution plus expertes si le professeur joue habilement sur la taille des nombres intervenant dans les calculs[18]. Ainsi, les élèves qui calculent par étapes et successivement les deux états intermédiaires dans le cas où les nombres a et b sont compris strictement entre 1 et 9 (par exemple dans le cas n = 32, a = 7 et b = 3) mobilisent la seconde procédure quand a et b sont strictement compris entre 11 et 20 (par exemple quand n = 32, a = 13, b = 18). Si la résolution est écrite, ils continuent le plus souvent à mobiliser la première procédure, se fiant à leur maîtrise des algorithmes écrits standards associés à ces transformations. Le recours à un « saut informationnel » (Brousseau, 1987) est donc dans ce cas précis particulièrement efficace.

Cela m'amène à penser qu'une pratique régulière de résolution mentale de problèmes numériques permet aux élèves de mieux s'approprier un énoncé mathématique notamment en triant les données pertinentes. Je m'appuie pour émettre cette hypothèse sur des observations effectuées lors de la résolution mentale de problèmes par des élèves de CM_2. Les élèves doivent résoudre des problèmes arithmétiques standards (Butlen Pézard M, 1997b, 2003a) mentalement. L'énoncé du problème est lu deux fois par l'enseignant. Les élèves peuvent noter des informations sur leur ardoise ou sur une feuille de papier mais ils ne sont pas autorisés à « poser l'opération. » Nous avons remarqué que des élèves utilisent alors une stratégie adaptée à ce mode de résolution. Lors de la première lecture, ils notent les données qu'ils jugent utiles et effectuent un premier tri. Ils effectuent mentalement les opérations nécessaires à la fin de la seconde lecture. Il semble que les élèves sélectionnent les données et le traitement adéquat dans un premier temps puis engagent les calculs correspondants. Cette étape est sans doute favorisée par la lecture de l'enseignant. Le professeur assurant la lecture de l'énoncé et respectant la ponctuation, l'élève est plus disponible pour trier les données et pour explorer les relations qui les lient.

Dans un second temps, nous nous sommes intéressés aux effets d'une pratique régulière de calcul mental sur la résolution de problèmes numériques standard. J'aborde maintenant un second aspect des liens existant entre conceptualisation et travail sur les techniques opératoires : celui de l'automatisation de la reconnaissance de l'opération arithmétique à effectuer pour résoudre un problème numérique standard.

Plus précisément, j'étudie les rapports entre la maîtrise de techniques de calcul, les connaissances sur les nombres et les propriétés des opérations arithmétiques d'une part, et les performances et procédures d'élèves lors de la résolution de problèmes numériques d'autre part. Certaines de ces connaissances numériques ont été acquises lors d'activités de calcul mental. Les techniques opératoires que je prends en compte sont des techniques de calcul mental.

J'entends par problèmes numériques standard, des problèmes faisant intervenir une ou plusieurs opérations dont la reconnaissance est exigible par des élèves de ce niveau, et dont l'énoncé s'inscrit dans le répertoire habituel des manuels scolaires. Ces énoncés ne présentent pas de difficultés particulières de vocabulaire ou de syntaxe. Les données numériques peuvent être toutefois plus ou moins complexes selon leur ensemble de référence. La réussite à ces problèmes renseigne sur le degré d'acquisition de grands concepts enseignés à l'école élémentaire (structures additives et multiplicatives, proportionnalité).

[18] Le lecteur pourra consulter le détail de l'ingénierie dans Butlen et Pézard 199a. Celel-ci est basée sur un saut informationnel. Après s'être familiarisé avec le problème dans le cas ou les nombres respectifs des voyageurs qui montent et descendent sont inférieurs à 10, les élèves doivent résoudre le même problème mentalement quand ces nombres sont compris entre 10 et 20.

1. Problématique et cadre théorique

Pour interpréter les données que j'ai recueillie concernant les performances des élèves, je me réfère à des travaux de psychologie. Ils concernent notamment la représentation du problème et les rapports entre résolution de problèmes et mémoire.

Peu de recherches en didactique des mathématiques comme en psychologie cognitive portent sur la résolution de problèmes arithmétiques standard. Les travaux menés ont trait le plus souvent à des problèmes susceptibles d'introduire une notion ou font intervenir des problèmes pour lesquels l'élève ne dispose pas a priori d'une stratégie de résolution. Le travail que nous avons mené est dans ce sens assez particulier. Notons toutefois que Julo et Houdebine (1992) se sont intéressés à la résolution de problèmes de proportionnalité ou de partage (inégaux) plus « classiques».

1.1. Résolution de problèmes et modèles de système mnésique

La résolution de problèmes est une activité complexe qui passe aussi par l'utilisation de la mémoire. Les travaux de psychologues (Richard, 1982) montrent que les difficultés rencontrées dans une tâche de résolution de problèmes sont liées, pour une grande part ,aux contraintes de fonctionnement des systèmes mnésiques. Classiquement, les psychologues distinguent entre mémoire à court terme (MCT) et mémoire à long terme (MLT). Dans une activité de résolution de problèmes, on fait appel à la fois à des connaissances en MLT (propriétés, relations, règles générales de déduction, algorithmes, etc. .) et à des informations en MCT, considérée alors comme une mémoire de travail (données du problème, résultats déjà calculés, etc.).

D'après Richard (1982), tous les psychologues s'accordent pour reconnaître que la capacité de la MCT est limitée. De plus, il y a compétition entre d'une part, le stockage de l'information et d'autre part l'exercice d'activités cognitives non automatisées qui peuvent se faire difficilement sans contrôle conscient et éventuellement peuvent s'accompagner d'une verbalisation.

Pour l'instant, les psychologues ne peuvent que formuler des hypothèses pour expliquer cette concurrence entre activités de stockage et activités de traitement : la MCT étant très labile, elle devrait, pour ne pas être perdue, être entretenue par une activité de révision périodique dont la répétition mentale serait une forme. Cela interdirait donc d'exécuter conjointement des traitements cognitifs complexes. Les limitations de la MCT ne sont pas sans effet sur la résolution de problèmes ; ces effets peuvent être divers : difficulté dans la compréhension de l'énoncé, défaut de prise en compte de certaines données, perte de contrôle dans l'exécution de l'algorithme de résolution, dans le cas où il serait complexe.

Fayol (1987) reprend l'idée de compétition dans la MCT à propos de deux catégories de calculs (définies par Vergnaud) : le «calcul numérique» renvoyant aux opérations classiques et le «calcul relationnel» concernant les opérations mentales nécessaires à la saisie des relations en jeu. Ces deux catégories de calculs ne sont pas indépendantes. Les travaux de Fischer (1981) et surtout ceux de Conne ne semblent laisser aucun doute. Les mêmes problèmes (à «calcul relationnel invariant») présentés en faisant varier les valeurs numériques entraînent une baisse de performances (liée à l'accroissement de la taille des nombres) mais surtout des changements dans la représentation du problème. Fayol cite alors plusieurs auteurs postulant l'existence d'un espace mental assimilé à la MCT ou à la mémoire de travail. Cet espace mental total (espace de traitement total ET) disponible croîtrait ou non avec l'âge. Il serait constitué d'un espace de stockage des données et de construction de la représentation associée à un problème (ES) et d'un espace requis pour les opérations (EO). Que l'espace de traitement total ET reste constant ou augmente avec l'âge du sujet, l'espace EO diminue grâce à l'automatisation progressive des opérations. Cette diminution se ferait au profit d'un meilleur stockage des données dans ES et d'une meilleure construction des représentations. Nous interprétons une partie de nos résultats sur l'accélération du processus de reconnaissance de l'opération dans un problème à l'aide de ce modèle mnésique.

Il est également nécessaire de situer notre recherche par rapport à certains travaux sur la résolution de problème qui concernent l'allégement de la charge de travail en mémoire ou qui ont trait plus largement aux aides possibles à apporter aux élèves. Ces différents travaux sont souvent en relation étroite avec ceux concernant la représentation du problème.

1.2. Allégement de la charge en mémoire de travail lors de la résolution de problèmes

Sur quels éléments peut-on agir afin de réduire la charge en mémoire de travail lors de la résolution de problèmes ?

Dans « L'enfant et le nombre », Fayol (1990) expose un certain nombre d'éléments susceptibles d'alléger la charge en mémoire de travail lors de la résolution de problèmes. S'appuyant notamment sur des études de psychologues américains, il cite la présence de matériel "physique" ou "manipulatoire", le cas des énoncés de problème présentés sous forme partiellement ou totalement imagée (Denis1982, Moyer, Sowder, Threadgill-Sowder et Moyer, 1984) : ce dernier support faciliterait le traitement sémantique des données. D'autres travaux mettent en évidence l'impact des formulations des énoncés de problèmes sur les performances globales des élèves : par exemple, l'ordre de succession chronologique ou non des faits relatés (Rosenthal et Resnick 1974, Ferreiro, 1971), l'ordre de présentation des informations, en particulier la place de la question, la formulation plus ou moins explicite des énoncés (De Corte et Verschaffel, 1987), le recours au mime de l'action (Fayol, 1990) et d'autre part, la familiarité plus ou moins grande avec le type de texte de l'énoncé (Nesher et Katriel, 1977).

Nous retiendrons plus particulièrement pour analyser nos résultats le concept de schéma. Fayol (1990) considère que le sujet se construit une représentation globale du problème numérique de type "schéma" auquel sont associées des procédures (Morales, Shute et Pellegrino, 1985). Cela l'amène à distinguer les sujets "novices" des sujets "experts". Les premiers, ne disposant pas de schéma en mémoire à long terme (MLT), doivent stocker en MCT les informations du problème et en élaborer une représentation globale. Dès lors, il y a risque de surcharge en mémoire de travail. Au contraire, les seconds, à la lecture de l'énoncé du problème, peuvent sélectionner et activer en mémoire le "schéma" adéquat. Je m'appuie aussi sur certains travaux de psychologie cognitive, notamment ceux de Julo (1995) afin de préciser le rôle bénéfique du tâtonnement dans la construction de la représentation d'un problème.

1.3. Les travaux de Julo sur la représentation de problème

Julo (1995) considère que :

> *« se représenter un problème, c'est d'abord se représenter un objet particulier défini par un ensemble d'informations qui nous est fourni à son propos (...). C'est aussi se représenter la tâche particulière qui est associée à cet objet. »*

En psychologie, cette notion de tâche

« sert à désigner l'ensemble formé par le but, les contraintes et les aides dans une situation où la production d'une action est attendue. »

Il s'intéresse uniquement aux représentations qualifiées de « particularisées » :

> *« il s'agit de représentations ponctuelles et occasionnelles liées à une situation particulière. »*

Richard (1990) propose comme définition de la représentation d'un problème :

> *« un problème est défini par trois catégories d'éléments : la situation initiale, la situation terminale ou but à atteindre, les transformations (matérielles ou symboliques) permises pour y parvenir. La représentation du problème est l'interprétation que le sujet se donne de ces différents éléments. »*

Julo (1995) définit trois processus qui lui paraissent importants dans la construction de représentations particularisées de problèmes : le processus d'interprétation et de sélection, le processus de structuration et le processus d'opérationnalisation.

Le processus d'interprétation conduit le sujet à sélectionner certaines informations pertinentes du point de vue de la tâche à réaliser et à les décoder. Ce décodage passe par une interprétation du « contexte sémantique » . Par ailleurs, le contenu des représentations est souvent un ensemble structuré.

L'analyse du processus de structuration amène Julo à faire le lien avec le concept de « schéma de problèmes ». Les problèmes que l'élève rencontre sont mémorisés en tant que connaissances spécifiques et intégrées comme telles à sa structure cognitive. L'expression schémas de problèmes

> *« désigne globalement toutes les formes sous lesquelles cette mémoire des problèmes peut intervenir dans la construction d'une représentation particularisée. »*

Le processus d'opérationnalisation

> *« est celui qui permet le passage à l'action, qu'il s'agisse d'une action effective (commencer des calculs, faire un dessin, tâtonner...) ou d'une action mentale (faire des déductions...). »*

Ce processus se caractérise par la mise en œuvre de connaissances opératoires issues de l'expérience du sujet sur la résolution de problèmes.

Julo, après avoir décrit ce dernier processus, analyse les liens qu'il entretient avec le processus de structuration. Cela l'amène à préciser le rôle bénéfique du tâtonnement dans la construction de la représentation : dans le cas où cette dernière ne conduirait pas immédiatement à une procédure de résolution, le tâtonnement permet à l'élève de transformer et de faire évoluer sa représentation du problème.

Julo évoque deux cas permettant de mieux comprendre comment l'élève élabore des procédures de résolution. Le premier cas est celui de la mobilisation

> *« d'un prototype de problème (...) auquel se trouvent associées des connaissances opératoires immédiatement transformables en procédures de résolution. »*

Le second cas est celui des problèmes dans lesquels l'élève peut agir, faire des essais, tâtonner. L'étude de ce cas l'amène à préciser la notion d'heuristique :

> *« il s'agit de connaissances propres à la résolution de problèmes qui ne conduisent pas directement à la solution d'un problème donné mais qui augmentent la probabilité de découvrir celle-ci. »*

Il les définit aussi comme des règles d'action qui orientent la recherche dans une direction ou dans une autre.

D'après Julo, le processus de structuration et les connaissances spécifiques que sont les schémas de problèmes pourraient avoir un rôle important dans le passage à une représentation opérationnelle.

1.4. Problématique

Il est possible d'intervenir sur le processus de construction des représentations des problèmes. Je fais l'hypothèse que le calcul mental facilite l'action des élèves lors de la résolution. Leurs connaissances sur les nombres étant plus disponibles, ils s'autorisent davantage à faire des essais et ce d'autant plus qu'ils sont mieux habitués à adapter, lors des calculs mentaux, leurs stratégies aux données numériques.

Je pense que ces tâtonnements contribuent à renforcer les processus de structuration et d'opérationnalisation évoqués plus haut et donc favorisent la construction de représentations du problème. Nous sommes toutefois conscients que le tâtonnement a ses limites dans la mesure où il ne débouche pas forcément sur une procédure de réussite.

Précisons les questions qui seront traitées dans ce chapitre. Elles concernent la reconnaissance des opérations arithmétiques intervenant dans la résolution de problèmes numériques standard. Est-ce qu'une plus grande maîtrise de procédures de calcul diversifiées et une plus grande disponibilité de propriétés sur les nombres et les opérations peuvent contribuer à accélérer l'automatisation de la reconnaissance d'opérations arithmétiques intervenant dans des problèmes standard ? Si oui, quels sont parmi les problèmes enseignés en fin d'école élémentaire (CM2) ceux qui concernés par cet effet ? Quels sont les critères qui permettent de les caractériser ? Quelle interprétation peut-on donner de ce phénomène ?

Pour répondre à ces questions, j'ai mis en place une expérimentation s'appuyant sur une pratique régulière de calcul mental. Je ne décris pas le dispositif d'enseignement mis en place pour provoquer les phénomènes analysés. Le lecteur pourra consulter le détail de l'ingénierie dans mon ouvrage de synthèse consacré au calcul mental (Butlen, 2004b). Je n'expose pas non plus le détail de la méthodologie qui nous a permis d'établir les résultats exposés par la suite. Je signale seulement qu'un test a permis de comparer les performances des élèves des classes entraînées au calcul mental avec celles d'élèves de classes ayant suivi un enseignement standard. Les élève étaient tenus de résoudre 24 problèmes ; les énoncés faisaient intervenir les 4 opérations usuelles, ils comportaient ou non des données inutiles. Deux niveaux de complexité de problèmes ont été définis à cette occasion (Butlen 2004b, Butlen et Pézard, 1997c). Le degré de complexité des problèmes et le type d'opérations mobilisées permettent de définir des degrés de familiarisation des élèves de CM_2 avec les problèmes du test.

Les problèmes qualifiés de familiers sont soit des problèmes additifs complexes (en particulier faisant intervenir des compositions de transformations), soit des problèmes multiplicatifs faisant intervenir une addition réitérée, une division ou un calcul d'aire. Un élève de dernière année de l'école élémentaire a rencontré ce type de problèmes à plusieurs reprises mais la reconnaissance du modèle[19] sous-jacent n'est pas entièrement automatisée.

Je qualifie de “ très familiers ” les problèmes additifs simples tels que la reconnaissance du modèle est quasi automatisée. Au contraire, les problèmes faisant intervenir un calcul de volume ou de cardinal d'un produit cartésien sont relativement nouveaux pour des élèves de dernière année de l'école élémentaire qui reconnaissent difficilement le modèle sous-jacent : ils sont dits “ non familiers ”.

[19] Nous entendons ici par modèle l'opération arithmétique intervenant dans le problème

En analysant les effets de deux leviers - le développement d'habiletés calculatoires spécifiques d'une pratique régulière de calculs mentaux et la fréquentation d'un domaine riche d'expériences numériques liées à cette pratique - les travaux exposés dans ce chapitre apportent des éléments nouveaux à la question de la gestion en mémoire de la charge de travail et à celle de la représentation du problème.

Je considère que le calcul mental est un domaine d'expérience[20] pour la résolution de problèmes numériques. En effet, il contribue à rendre plus disponibles, chez les élèves, les propriétés des nombres et des opérations. De plus, je fais l'hypothèse qu'une pratique régulière de calcul mental accroît les capacités d'adaptation et d'initiative des élèves. Ceux-ci ne se précipitent plus sur les algorithmes écrits mais osent faire des essais, notamment en jouant sur la taille des nombres en jeu. Ce tâtonnement devrait avoir un rôle spécifique dans la construction de la représentation du problème

1.4.1. Une disponibilité plus grande des propriétés des nombres et des opérations arithmétiques

Les travaux exposés dans le chapitre précédent montrent qu'une pratique régulière du calcul mental contribue à rendre plus disponibles les propriétés des nombres et des opérations. C'est un moment privilégié de l'apprentissage pour enrichir les conceptions numériques et leur domaine de disponibilité, accroître la familiarisation de l'élève avec les nombres et les opérations, faire fonctionner et s'approprier les propriétés de ces dernières, enrichir, diversifier, étendre les procédures de calcul.

Prenons l'exemple du calcul du produit 24 x 25. Si le calcul est fait rapidement et mentalement, l'élève peut être amené à mettre en œuvre des procédures faisant intervenir des décompositions additives ou multiplicatives des facteurs et des propriétés de la multiplication (commutativité, associativité, distributivité par rapport à l'addition, etc.). C'est le cas du calcul suivant qui utilise une décomposition additive de l'un des facteurs et la distributivité de la multiplication par rapport à l'addition : $24 \times 25 = 20 \times 25 + 4 \times 25 = 10 \times 50 + 100 = 500 + 100 = 600$. Le calcul $24 \times 25 = 6 \times 4 \times 25 = 6 \times 100 = 600$ fait intervenir des diviseurs particuliers de 24 et l'associativité de la multiplication. Alors que le calcul $24 \times 25 = 24 \times 100 / 4 = 2400 / 4 = 600$ mobilise des multiples particuliers de 25 et l'associativité.

De fréquentes applications contextualisées de ce type contribue à renforcer la connaissance de ces propriétés et à accroître leur disponibilité. Cet exemple montre aussi comment des activités de calcul mental permettent aux élèves de découvrir des règles locales de calcul qui enrichissent leurs connaissances sur les nombres (ici 24 ou 25), sur leurs multiples ou diviseurs, sur les rapports entre multiplication et division, etc.

1.4.2. Une adaptabilité et des capacités d'initiative plus grandes dans les calculs mais aussi lors de la résolution de problèmes numériques

J'admets également qu'une pratique régulière de calcul mental accroît les capacités d'adaptation et d'initiative des élèves. L'exemple précédent montre que l'élève peut être amené à adapter des procédures routinières de calcul (par exemple, choix du nombre à décomposer dans le cas d'une procédure s'appuyant sur la décomposition additive canonique d'un seul des facteurs). Il peut même être profitable d'abandonner ces procédures sûres mais

[20] J'emprunte cette expression à Boero (1989)en l'adaptant à mon objet de recherche. Bien que les domaines d'expérience convoqués par cet auteur fasse le plus souvent intervenir des objets d'autres champs disciplinaires que les mathématiques, cette expression me semble bien recouvrir les expériences fréquentées lors des activités de calcul mental et à leur éventuels effets sur les apprentissages.

coûteuses pour d'autres plus économiques car adaptées aux propriétés des nombres intervenant dans le calcul (décomposition multiplicative d'un des facteurs par exemple).

Une pratique régulière de calcul mental habitue donc l'élève à explorer différentes procédures possibles lors de calculs. Il est davantage incité à ne pas recourir immédiatement aux algorithmes opératoires les mieux maîtrisés, fiables mais parfois inadaptés, à rechercher des procédures de calcul déjà rencontrées ou non, à faire des essais, à recommencer, à accepter de faire des erreurs.

Les calculs évoqués plus haut constituent des « petits problèmes » à résoudre dans un contexte épuré, purement mathématique. L'élève doit envisager différentes procédures, effectuer un choix, voire inventer de nouvelles démarches. Les données numériques sont des scalaires non attachés à des grandeurs. L'accès aux propriétés arithmétiques est direct.

Est-ce que ces fréquentes explorations, toujours renouvelées bien que très contextualisées car dépendant des nombres en jeu dans le calcul, peuvent constituer un entraînement régulier à la résolution de problèmes numériques ? La recherche exposée ci-dessous aborde justement la question de l'extension de compétences acquises lors d'une pratique régulière de calcul mental à la résolution mentale mais aussi écrite de problèmes numériques.

2. L'impact d'une pratique régulière de calcul mental sur la résolution écrite et mentale de problèmes numériques standard

Résumons sous forme d'un tableau les effets d'une pratique régulière de calcul mental sur la reconnaissance des opérations arithmétiques.

Types de problèmes concernés par un impact d'une pratique régulière de calcul mental

		impact d'une pratique de calcul mental sur la résolution mentale	impact d'une pratique de calcul mental sur la résolution écrite
Problèmes simples	Problèmes additifs	Très faible (moins d'erreurs de calculs ou de données)	NON
	Problèmes multiplicatifs	Très faible (moins d'erreurs de calculs ou de données)	OUI (moins d'erreurs de calculs ou de données)
Problèmes complexes	problèmes additifs	OUI (moins d'erreurs de modèle)	OUI (concerne tous les types d'erreurs, erreurs de modèle)
	problèmes multiplicatifs	NON	OUI pour les problèmes les plus familiers (concerne tous les types d'erreurs)

Une plus grande aisance calculatoire due à une pratique régulière de calcul mental réduit le nombre des erreurs (de calculs ou de tri de données) produites par les élèves en résolution mentale comme en résolution écrite. Une plus grande habileté calculatoire a également des effets sur la reconnaissance de l'opération arithmétique à effectuer. Le nombre des erreurs de modèle est plus faible. Les performances des élèves sont ainsi nettement meilleures lors de la résolution mentale des problèmes additifs complexes et lors de la résolution écrite des problèmes additifs complexes et des problèmes multiplicatifs simples et plutôt familiers. Ce sont donc en général les problèmes familiers qui sont concernés. L'exemple type semble être celui des problèmes additifs complexes faisant intervenir des compositions de transformations. Dans ce dernier cas, l'impact est sensible en résolution mentale comme en résolution écrite.

Tout se passe comme si un entraînement au calcul mental, en améliorant les habiletés calculatoires des élèves, favorisait une "prise de sens" et contribuait ainsi à accélérer le processus d'automatisation de la reconnaissance des opérations.

En me référant aux travaux de psychologie évoqués plus haut, nous pouvons donner trois éléments d'explication. Le premier relève de la gestion du système mnésique, les deux autres concernent davantage la construction de la représentation du problème.

Une plus grande familiarité avec les nombres et les propriétés des opérations s'accompagne d'une plus grande aisance calculatoire. Un plus grand nombre de procédures de calcul sont disponibles. Les élèves les mettent en œuvre plus sûrement et commettent donc moins d'erreurs de calcul. Cet effet concerne la résolution mentale comme la résolution écrite des problèmes. Cette aisance contribue aussi à alléger la charge en mémoire consacrée au traitement opératoire au profit du stockage des données et de la représentation du problème.

L'habileté à résoudre des problèmes purement numériques, le développement des capacités d'adaptation de l'élève grâce aux activités régulières de calcul mental semble avoir également des effets sur les compétences en résolution de problèmes en général : plus grande initiative, habitude à changer rapidement de point de vue, de stratégies, à faire des essais, etc.

Enfin, une meilleure maîtrise de techniques de calcul (standard ou non) peut également se traduire par une meilleure aisance dans la reconnaissance de l'opération à effectuer. Ainsi par exemple, une connaissance accrue des propriétés des opérations, une plus grande aptitude à déterminer rapidement le résultat d'une opération ou à en évaluer l'ordre de grandeur aide l'élève à choisir l'opération la plus adaptée.

Ces trois éléments se combinent pour faciliter la reconnaissance de l'opération à effectuer. Il en est certainement de même pour le tri des données intervenant dans la résolution. Rappelons que les élèves des classes entraînées au calcul mental gèrent en général mieux que leurs pairs les données « inutiles » figurant dans les énoncés.

Toutefois, ces effets ne deviennent sensibles que si d'autres conditions sont remplies. L'élève doit avoir déjà construit une représentation, même partielle, du problème à résoudre. Cela n'est possible que si celui-ci est un peu familier. Dans ce cas, les compétences évoquées semblent se combiner pour accélérer le processus de construction de schéma de problèmes (au sens de Morales, Shute et Pellegrino 1985, Fayol 1990, Julo 1995). Le fait que ce soit essentiellement les problèmes un peu familiers qui sont concernés m'amène à penser que l'effet le plus capital d'une pratique de calcul mental sur la résolution de problèmes numériques standard concerne l'accélération du processus de reconnaissance de l'opération arithmétique en jeu. En effet, ce sont ces problèmes qui sont concernés à court terme par ce processus d'automatisation.

3. Conclusion

ces recherches ont permis de dégager deux types de problèmes sur la résolution desquels une pratique de calcul mental peut avoir des effets positifs.

Les problèmes de la première catégorie peuvent être résolus par des procédures expertes dont la mise en œuvre s'avère plus économique lors d'une résolution mentale. Dans ce cas, l'effet d'une pratique de calcul mental concerne l'évolution de la palette des procédures disponibles pour les élèves. Le problème de composition de transformations additives que nous avons désigné sous le terme de « problème de l'autobus » est un exemple particulièrement significatif de cette catégorie.

Les problèmes de la seconde catégorie sont des problèmes numériques standard de CM_2 pour lesquels la reconnaissance de l'opération en jeu n'est pas encore automatisée. Ces problèmes sont toutefois un peu familiers pour les élèves. Un travail sur les techniques opératoires grâce à une pratique régulière de calcul mental accélère le processus d'automatisation du modèle sous-jacent et favorise l'élaboration d'un schéma de problèmes.

IV. PORTEE ET LIMITES DES RESULTATS PRECEDENTS : LE CAS DES ELEVES EN DIFFICULTE

Nous avons vu précédemment que les effets d'une pratique régulière de calcul mental sur la résolution de problèmes numériques standard ne sont pas identiques pour tous les problèmes. Ils ne concernent pas tous les élèves. L'impact est moindre pour ceux qui présentent en général des difficultés en mathématiques.

Dans cette partie, nous apportons des éléments de réponse à deux questions. Comment étendre le domaine des problèmes par rapport auxquels ces effets précédemment étudiés s'exercent effectivement ? À quelles conditions les élèves en difficulté, surtout quand ils sont scolarisés en ZEP, peuvent-ils bénéficier de ces apports ?

Pour répondre à la seconde question, il est nécessaire de mieux comprendre pourquoi certains élèves n'ont pas bénéficié comme leurs pairs des apports d'une pratique régulière de calcul mental.

Les techniques opératoires travaillées lors des activités de calcul mental ne sont pas les algorithmes écrits. Au chapitre deux, nous avons vu que ces techniques entraient en compétition avec les algorithmes opératoires standard. Une fois maîtrisés, ces algorithmes paraissent plus sécurisants. Automatisés, ils sont plus disponibles que ces techniques. Ils sont donc appelés prioritairement quand un calcul doit être effectué par écrit, mais aussi mentalement. L'algorithme écrit est alors simulé mentalement. Cette simulation peut être coûteuse, la charge de travail en mémoire dépendant notamment de la taille des nombres en jeu.

Mes recherches ont montré que des apprentissages spécifiques peuvent enrichir la palette des procédures disponibles pour des calculs mentaux de sommes ou de produits.

Une première étape consiste à mettre en place des automatismes élémentaires visant à étendre le domaine des décompositions additives ou multiplicatives susceptibles d'être convoquées par les élèves et d'accroître leur disponibilité. Une seconde étape consiste, en fonction des nombres et des opérations en jeu, à apprendre à choisir les décompositions mobilisables dans les calculs parmi toutes celles qui sont possibles : chaque décomposition étant plutôt associée à une procédure de calcul, l'économie des calculs et des rappels en mémoire oriente prioritairement le choix à effectuer.

L'élève doit donc non seulement posséder une palette de décompositions des nombres entiers et de procédures de calcul suffisamment riche et accessible, mais aussi apprendre à choisir rapidement parmi celles-ci la plus adaptée au calcul du moment.

Délivrer un enseignement approprié au développement de ces compétences est une tâche délicate. J'ai identifié certaines conditions indispensables à l'exercice des effets précédemment décrits.

Les automatismes élémentaires dont la mise en place est nécessaire pour assurer une plus grande disponibilité de décompositions des nombres ne doivent pas entrer en compétition ni s'exclure mutuellement : les choix de procédures en seraient inévitablement limités. Ils ne doivent pas non plus s'opposer à la construction des algorithmes écrits, qui se fait en effet par combinaison et optimisation de certains d'entre eux (voir chapitre 2, partie 1 de l'ouvrage de synthèse sur le calcul mental, Butlen 2004b).

Apprendre à choisir localement la procédure de calcul la plus adaptée aux données numériques nécessite à la fois une pratique de calcul importante, une explicitation des choix ouverts et une comparaison des procédures mobilisées en fonction des données.

Cette compétence se développe grâce à des d'institutionnalisations locales assez souples pour ne pas induire des automatismes caricaturaux, mais suffisamment explicites pour que l'élève puisse hiérarchiser les procédures possibles. Les critères de choix doivent être assez lisibles pour ne pas laisser croire que toutes les techniques de calcul se valent localement.

L'analyse des performances des élèves en calcul mental a montré que la diversité des procédures disponibles dépendait de la pratique de calcul de l'élève. Tout se passe comme si sa capacité à choisir entre des stratégies de calcul différentes dépendait de son habitude à explorer les données et à s'adapter en fonction des opérations en jeu. Il s'agit pour lui de trouver un équilibre entre automatisme et invention.

J'ai également attiré l'attention sur le développement dialectique des connaissances numériques et de la maîtrise de techniques opératoires. Les premières sont nécessaires pour le travail de la technique, tandis que l'habileté calculatoire ainsi acquise renforce les connaissances numériques ou contribue à en explorer de nouvelles. Ce processus doit être toutefois initialisé.

Ces conditions concernent tous les élèves. Quels facteurs sont à l'origine des différences constatées ?

1. Le cas des élèves en difficulté en mathématiques

La mise en relation des conditions que nous venons de répertorier avec les résultats des recherches en didactique des mathématiques centrées sur les élèves en difficulté comme avec ceux d'autres recherches relatives au rapport au savoir peut apporter des éléments d'explication.

Les travaux de Perrin-Glorian (1992) ont mis en évidence des caractéristiques des élèves en difficulté. Nous en listons certaines qui peuvent être à la source des décalages constatés dans les apprentissages évoqués dans les deux premières parties.

1.1. Action, institutionnalisation et absence de projet de réinvestissement

Deux caractéristiques permettent de mieux comprendre les difficultés rencontrées par les élèves les plus faibles.

Absence de création de représentations mentales et de projet implicite de réinvestissement : il y a souvent chez l'élève en difficulté un divorce entre les situations d'action qui devaient servir à donner du sens aux notions enseignées et l'institutionnalisation qui est faite ensuite par le maître.

Les élèves en difficulté ne se distinguent que très peu de leurs pairs lors des situations d'action. En revanche, la différence est nettement plus marquée quand il s'agit de réinvestir les connaissances fréquentées précédemment dans le contexte de nouveaux problèmes. Le savoir institutionnalisé par le maître semble coupé du contexte dans lequel il a fonctionné auparavant. Tout se passe comme si, lors des situations d'action et d'institutionnalisation, l'élève n'avait pas de projet de décontextualisation. Contrairement aux autres élèves, l'élève en difficulté : « *résout le problème posé, dans les termes où il est posé* ». (Perrin-Glorian, 1993)

Il lui est de ce fait même très difficile de se construire une représentation mentale réutilisable dans d'autres occasions. De plus, les connaissances nouvellement construites ne sont pas mises en relation avec les anciennes. Tout cela renforce les difficultés de capitalisation et de mémorisation souvent manifestées par ces élèves.

Absence d'identification des enjeux d'apprentissage : c'est une autre façon d'expliquer le défaut de réinvestissement récurrent chez l'élève en difficulté. Celui-ci ne percevant pas les véritables enjeux d'apprentissage des situations proposées, il s'acquitte de la tâche prescrite sans la mettre en perspective avec d'autres activités. Perrin-Glorian cite un exemple afférent à l'apprentissage des fractions. L'élève en difficulté ne comprend pas qu'une activité de découpage de rectangles en n parties égales et une autre de pliage de bandes de papier (toujours en n parties égales) participent d'un objectif commun : définir une fraction.

Cette absence d'identification des enjeux des situations et ce manque de projet implicite de réinvestissement font que l'élève en difficulté ne peut pas bénéficier des phases d'institutionnalisation parce qu'il n'anticipe pas les formulations futures lors de l'action.

Ces caractéristiques sont particulièrement sensibles lors des institutionnalisations de procédures effectuées dans les ingénieries de calcul mental évoquées aux parties 1 et 2. Essentiellement locales et portant à la fois sur des contenus mathématiques et sur des choix à effectuer, elles sont plus difficiles à décoder pour l'élève en difficulté.

De plus, certains processus ne peuvent pas être explicités par le professeur : c'est le cas du processus dialectique d'acquisition des connaissances explicité ci-dessus. Il ne peut pas non plus totalement expliciter les éventuels réinvestissements des compétences acquises à l'occasion d'activités de calcul mental lors la résolution de problèmes : cela suppose en effet une suite de décontextualisations et de contextualisations qui ne sauraient se mettre complètement en mots. Une large part d'implicite est donc laissée à la charge d'élèves qui ont déjà du mal à prendre du recul par rapport à l'action pour penser les activités en terme d'apprentissage plutôt qu'en terme d'action.

D'autres caractéristiques peuvent encore aggraver le décalage entre les élèves en difficulté et les autres.

1.2. Recherche de règles, d'algorithmes et difficulté à changer de point de vue

Recherche d'algorithme : les élèves en difficulté cherchent à utiliser le plus possible des algorithmes afin d'économiser leur pensée. Dès le début de l'apprentissage d'une notion, ils se construisent des règles de fonctionnement qui, bien souvent, ne tiennent compte que d'une partie de l'information et ont des domaines de validité très restreints, voire nuls. Non seulement cette tendance s'oppose en partie à la mise en place et à la mobilisation des automatismes élémentaires nécessaires à la disponibilité des décompositions des nombres, mais elle contribue sans doute aussi à limiter la diversité des procédures de calcul. Réduisant les choix, ces élèves recherchent plutôt un algorithme sûr, capable de s'appliquer à tous les calculs : seul l'algorithme écrit remplit cette condition mais sa simulation mentale est très coûteuse - elle conduit souvent à l'échec. Quand d'autres techniques de calculs sont institutionnalisées, le risque est grand de les voir adoptées trop rapidement sans que leur domaine de validité soit pris en considération ; dès qu'elles deviennent sources d'erreurs, les élèves peuvent être tentés de les rejeter au profit de nouvelles aussi peu fiables.

Difficulté à changer de point de vue : La dérive précitée peut être renforcée par une difficulté à aborder une question sous plusieurs angles en envisageant toutes les solutions possibles. Une notion étudiée dans un contexte est difficile à réutiliser dans un autre contexte.

1.3. Défaut de capitalisation, connaissances peu fiables et obsolescence des situations.

J'ai déjà évoqué un défaut de connaissances et de méthodes qui peut tenir à plusieurs facteurs.

. *Manque de capitalisation* : l'élève a du mal à retenir le cours, à mémoriser vocabulaire et propriétés. L'apprentissage par cœur n'apporte pas de solution : des élèves connaissant parfaitement des définitions ne savent pas les utiliser pour résoudre un exercice. Les connaissances visitées à un moment ou un autre ne sont que rarement disponibles.

Manque de fiabilité des connaissances anciennes : l'absence de connaissances antérieures solides auxquelles se référer contribue à ce manque d'organisation et d'intégration des savoirs nouveaux : pour certains élèves, rien n'est sûr, tout peut toujours être remis en question puisqu'ils ont l'habitude de se tromper.

Manque d'investissement et lassitude : ce manque d'investissement est particulièrement sensible lors des contrôles écrits et du travail à la maison où l'élève n'aborde pas une partie des questions. Ce trait est sans doute à mettre en relation avec un manque de méthodes et un défaut de confiance dans la réussite.

L'élève se lassant très vite des situations, il devient très difficile pour le maître de conduire l'étude à son terme et d'extraire les savoirs en jeu. Les situations s'usant très vite, elles ne tardent pas à devenir obsolètes.

Ce manque de capitalisation des connaissances anciennes ainsi que cette méfiance suscitée par les connaissances nouvellement acquises ont des effets sur les activités de calcul mental. Lors des calculs mentaux, elles conduisent l'élève en difficulté à ne pas explorer les mêmes démarches ni mobiliser les mêmes connaissances numériques que ses pairs.

L'obsolescence rapide des situations peut l'amener à ne plus s'investir dans des calculs qui peuvent lui paraître semblables car ne se différenciant que par les données numériques.

1.4. Problème d'expression et difficulté de socialisation

Difficulté d'expression : À l'oral comme à l'écrit, l'élève en difficulté a souvent du mal à faire des phrases simples ayant un sens ou à utiliser le vocabulaire adapté. Il ne parvient pas à se dégager de son action. En outre, la plupart des élèves sont parfois incapables de décoder seuls un texte de problème et de tenir compte de la totalité de l'information.

Les problèmes de langage, d'expression et de lecture sont ainsi à l'origine de difficultés mathématiques qui sont au moins de trois ordres différents : la prise d'information, la production, la conceptualisation. Nous avons vu que l'explicitation des procédures jouait un rôle particulier lors des activités de calcul mental : ces élèves formulent plus difficilement leurs démarches ou ne comprennent pas celles formulées par des pairs.

2. Limites et portées des activités de calcul mental

Un élève en difficulté ne présente pas toutes les caractéristiques identifiées par Perrin-Glorian : certaines sont plus marquées que d'autres. Je pense toutefois que ces traits peuvent aider à comprendre les différences de performances constatées lors des recherches précédentes.

La mise en relation des conditions auxquelles le travail sur les techniques opératoires (notamment lors d'activités de calcul mental) peut avoir des effets positifs sur la conceptualisation de notions mathématiques ou sur la résolution de problèmes et des caractéristiques manifestées par les élèves en difficulté nous a conduits à repenser les activités de calcul mental proposées afin de mieux comprendre les mécanismes en jeu.

Le chercheur est en effet confronté à un paradoxe.

Une pratique régulière de calcul mental est supposée renforcer les compétences et les connaissances des élèves. En particulier, elle est censée favoriser la capacité d'adaptation des élèves, la prise en compte de conditions locales, le tri des informations, etc. Cette pratique devrait enrichir la palette des procédures de calcul, notamment grâce à une explicitation collective des démarches. Les répertoires de faits numériques à la disposition des élèves devraient être plus étendus.

Pour bénéficier des expériences numériques ainsi vécues, l'élève doit toutefois pouvoir effectuer des choix, disposer de certaines connaissances numériques et les adapter aux conditions du moment, prendre en compte les démarches de ses pairs, etc. Connaissances et compétences qui sont justement fragiles dans le cas de l'enfant en difficulté.

Ce constat m'incite à penser que les activités de calcul mental doivent être couplées avec d'autres activités tenant compte des caractéristiques spécifiques de ces élèves. Les recherches que j'exposoe aux chapitres suivants utilisent et analysent les effets d'ingénieries qui ne négligent pas cette hypothèse. Plusieurs leviers sont utilisés pour susciter une prise de distance par rapport à l'action, une capitalisation des connaissances fréquentées et la décontextualisation nécessaire à leur réinvestissement : ces ingénieries permettent de mieux cerner la portée et des limites d'un enseignement de mathématique à un public en difficulté.

3. De nouveaux résultats concernant les élèves en difficulté

Je présente dans un premier deux travaux centrés sur l'enrôlement à court et à moyen terme des élèves dans les tâches scolaires qui leur sont proposées. Ces deux recherches portent sur le processus de dévolution.

La première se concentre sur la dévolution à court terme de conditions nécessaires à l'apprentissage. Le problème multiplicatif (de combinatoire) qu'il s'agit de résoudre donne l'occasion d'étudier dans un contexte numérique la dialectique qui s'établit entre simplification et complexification des situations.

La seconde recherche traite des conditions favorables à moyen terme à une prise de distance par rapport à l'action. La situation que nous analysons utilise plusieurs leviers : une pratique régulière de bilans de savoirs, l'écrit comme outil de distanciation et le recours au débat entre pairs. L'expérimentation s'est déroulée dans une classe de CE_2 située en ZEP.

La recherche que je décris ensuite met en évidence quelques-uns des intermédiaires grâce auxquels les cheminements cognitifs décrits dans les chapitres précédents de cette partie peuvent devenir plus accessibles : cette recherche analyse des effets d'une ingénierie sur un long terme (deux années scolaires) utilisant les leviers précédents.

J'identifie des étapes inhérentes au processus de conceptualisation de notions mathématiques qui se caractérisent par un recours à une certaine généricité ; ce recours est mis en évidence par l'analyse des énoncés mathématiques produits par les élèves de classes de fin d'école élémentaire et de début de collège comportant beaucoup d'éléments en difficulté.

L'analyse de ces écrits permet également d'identifier un second intermédiaire afférent aux effets d'une pratique de calcul mental sur la résolution de problèmes numériques : les élèves des classes concernées construisent des outils heuristiques de type pré-algébriques.

Dans un dernier temps, je reviens sur la portée et les limites de ces divers résultats.

V. DEUX EXEMPLES DE DEVOLUTION DE CONDITIONS NECESSAIRES A L'APPRENTISSAGE

Je présente ici deux exemples de situations permettant de dévoluer à des élèves en difficulté, notamment issus de milieux sociaux défavorisés des conditions nécessaires à l'apprentissage de notions mathématiques.

<u>1. Un premier exemple : la résolution d'un problème de combinatoire</u>

J'ai montré dans le cas du « problème de l'autobus » (chapitre 2) qu'une progression comportant une étape de familiarisation avec le problème dans le cas de petits nombres, puis une seconde étape fondée sur l'existence d'un saut informationnel , favorisait la construction de nouvelles connaissances. Je montre dans l'exemple qui suit que ce n'est pas le cas. Plus particulièrement, je précise à quelles conditions le recours à de petits nombres peut s'avérer bénéfique pour un certain type de problème.

1. La situation et le dispositif expérimental

Les élèves de l'école primaire sont confrontés à des problèmes de calcul du cardinal du produit cartésien de deux ensembles dès le CP. Les cardinaux de chaque ensemble sont assez petits.

Cette familiarité permet-elle aux élèves de CM2 de déterminer le cardinal d'un produit cartésien de trois ensembles pouvant comporter plus de dix éléments ?

Les travaux de Maury et Fayol (1986) montrent que, quand les cardinaux des ensembles sont petits, les élèves de ce niveau commencent par s'engager dans une recherche exhaustive de toutes les solutions possibles avant de produire éventuellement un codage adéquat.

J'ai essayé de répondre aux questions suivantes :

Dans quel domaine numérique les élèves de CM2 (cours moyen deuxième année) peuvent-ils calculer le cardinal d'un produit cartésien de trois ensembles finis ? Quelles procédures mettent-ils en œuvre ? Quelles représentations du problème produisent-ils ? Quel est l'impact des variables numériques (nombre d'ensembles intervenant dans le produit, taille des cardinaux) sur ces représentations et ces procédures ?

J'ai analysé les productions d'élèves de CM2 tenus de calculer le cardinal du produit cartésien de 3 ensembles finis A, B et C. Le dispositif expérimental ci-dessous a permis de recueillir les données nécessaires.

Ce scénario comporte deux périodes : une période d'observation et d'enseignement et une période d'évaluation des apprentissages effectués par les élèves.

J'ai défini deux domaines numériques. Le domaine D1 : les cardinaux finis des ensembles A, B, C sont tous choisis entre 0 et 5. Le domaine D2 : les cardinaux sont compris entre 6 et 30. Les problèmes relevant du domaine D2 seront considérés comme complexes tandis que ceux relevant du domaine D1 seront tenus pour simples.

Le dispositif d'enseignement[21] comporte trois phases. Il est fondé sur un schéma du type : « complexe / simple / complexe ». Dans un premier temps, le professeur demande aux élèves de résoudre un problème faisant intervenir des données numériques appartenant au domaine D2. Il s'agit de déterminer le nombre de menus différents que l'on peut composer en ayant le choix entre 6 entrées, 12 plats et 7 desserts.

Les élèves doivent résoudre le problème individuellement. En cas de difficulté, le professeur leur demande de produire des représentations (« fais un dessin pour t'aider »).

Au cours d'une deuxième phase, après avoir dressé un premier bilan des productions des élèves portant sur les tentatives de calculs et les essais de représentation, le professeur aide à surmonter les difficultés rencontrées en proposant un énoncé simplifié : il réduit d'abord le nombre de données en posant la question intermédiaire : « Combien de menus peut-on constituer avec l'entrée carotte ? », après quoi il conseille de nouveau de faire un dessin.

Lors d'une troisième phase, le problème initial fait l'objet d'une nouvelle recherche. En dressant un nouveau bilan et en s'appuyant sur les élèves qui ont trouvé le bon résultat ou en ont produit une bonne représentation (complète), le professeur amène la classe à comprendre les démarches qui permettent de trouver le résultat intermédiaire et propose de résoudre le problème général : la majorité des élèves de la classe s'aperçoivent alors qu'il suffit de multiplier celui-ci (42) par le nombre d'entrées.

Afin de mesurer la solidité des apprentissages effectués, les élèves sont tenus, trois mois après de résoudre deux problèmes du même type faisant intervenir des nombres de « tailles différentes ».

2. Les résultats et leur interprétation

L'analyse des procédures et performances des élèves confirme que très peu d'élèves de CM2 perçoivent la structure multiplicative du problème. Dans un premier temps, ils cherche à établir la liste de toutes les solutions, produisant éventuellement des représentations qui souvent les amènent à produire des additions réitérées. Tout se passe comme s'ils ne pouvaient que reproduire dans un cas plus complexe, les procédures de recherche exhaustive qui pouvaient les conduire à la solution dans un cas plus simple. Quand les cardinaux sont plus importants et quand le nombre d'ensembles dépasse deux, ce type de procédures conduit la quasi totalité des élèves à l'échec. L'apprentissage de la structure multiplicative, sensé s'être réalisé les années précédentes dans le cas où les données du problème sont peu importantes ne résiste pas à une complexification de ces données. Par contre, un scénario du type de celui que nous avons testé : « complexe-simple-complexe » semble produire des apprentissages durables.

Quelle interprétation peut-on donner de ce phénomène ?

Si le produit cartésien fonctionne de manière implicite quand il s'agit de deux ensembles de cardinaux petits, ce n'est plus le cas quand on augmente les cardinaux ni même, dans une plus faible mesure, lorsqu'on passe de 2 à 3 ensembles.

Cela semble lié aux représentations mises en jeu et aux procédures qui les sous-tendent. En effet, les représentations produites par les élèves induisent une recherche exhaustive des différents cas possibles : parce qu'elles privilégient de ce fait même l'emploi d'une démarche additive pour dénombrer le cardinal de l'ensemble produit (débouchant sur une addition réitérée dans le meilleur des cas), elles ne sont plus valides sitôt que les

---

[21] Le lecteur pourra consulter le détail du scénario d'enseignement ainsi que l'analyse détaillée des procedures des élèves dans Butlen et Pézard 1989, 1992a ou dans Butlen 2004b.

cardinaux ou le nombre des ensembles intervenant dans le produit augmentent notablement. Le saut informationnel ne produisant pas une évolution des procédures, les élèves doivent abandonner la recherche exhaustive. Dans le même temps, ils doivent «épurer» les représentations sous-jacentes à cette recherche afin d'en dégager la structure multiplicative (c'est surtout le cas de la représentation en arbre).

La familiarisation avec le problème dans le cas de « petits nombres » ne débouche que sur une reconnaissance du type de problème concerné : pour que cette familiarisation ne se limite pas à une recherche exhaustive de toutes les solutions, il est nécessaire d'adopter une progression qui permette de surmonter les difficultés liées à la structure du problème d'une part et à la taille des nombres d'autre part, à savoir : problème complexe = produit cartésien de trois ensembles de cardinaux « assez grands » - simplification éventuelle de structure = passage de trois ensembles à deux ensembles (recherche d'un produit partiel) - simplification éventuelle portant sur la taille des nombres = trois ensembles de cardinaux «petits» - retour au problème initial.

Les scénarii adoptés pour analyser les conditions qui permettent d'intervenir sur les procédures mises en œuvre lors de la résolution du « problème de l'autobus » (partie 2) ou du « problème des menus » ci-dessus sont différents. Le passage du simple au complexe dépend de la nature du problème et de la familiarité des élèves avec les opérations sous-jacentes.

Dans les deux cas, des contraintes incitent l'élève à se charger lui-même de la résolution.

Dans le cas du problème de composition de deux transformations additives, un saut informationnel et une résolution mentale consécutives à une phase de familiarisation favorisent la diffusion de la procédure la plus experte ; cette procédure experte se révèle en effet plus économique quand la résolution est mentale.

Dans le cas du problème de calcul du produit cartésien de trois ensembles, une recherche en CM2, initialisée dans le cas complexe, puis suivie en cas d'échec d'une simplification portant sur l'une des variables numériques, permet d'obtenir un résultat analogue.

Dans un cas comme dans l'autre, il s'agit de dévoluer à l'élève des conditions nécessaire pour apprendre. Un jeu sur les variables de la situation le contraint à abandonner des procédures sécurisantes mais inadaptées à ces nouvelles valeurs au profit de procédures plus expertes dont la mobilisation nécessite d'adopter un nouveau point de vue sur le problème. L'élève confronté au problème de l'autobus, par exemple, doit renoncer au point de vue des états et de leur transformation successive pour le remplacer par celui des transformations : il lui est pour cela indispensable de se construire une nouvelle représentation du problème (au sens de Richard, 1990). Certaines données doivent être privilégiées par rapport à d'autres (celles relatives aux transformations plutôt qu'aux états), seul un traitement différent pouvant conduire au bon résultat.

Dans le cas du problème des menus, l'élève doit abandonner l'impossible recherche exhaustive des diverses possibilités de menus afin d'appréhender la structure multiplicative du problème. Les étapes de ce cheminement cognitif tendent à différer en fonction des élèves. Il peut s'agir avant tout d'épurer la représentation sous forme d'arbre de calcul se traduisant par une optimisation d'une addition réitérée en terme de multiplication dans le domaine numérique le plus complexe, comme il peut être aussi nécessaire d'appréhender cette structure multiplicative plus facilement dans le cadre d'un domaine numérique plus restreint pour d'autres élèves. Le calcul d'un produit traduisant une organisation performante des données à combiner pour déterminer l'ensemble des éléments du produit cartésien, cette organisation peut là aussi s'appuyer sur une représentation en arbre ou en tableau selon la simplification privilégiée (diminution du nombre d'ensembles ou cardinaux plus petits).

Dans le cas du problème de l'autobus, une familiarisation avec le problème opérée dans un domaine numérique plus restreint permet une première exploration des procédures mobilisables et une première explicitation. Un saut informationnel contraint les élèves déjà assez rassurés par le taux de réussite élevé à adapter et modifier leurs stratégies de calcul.

La recherche que je viens d'exposer dans ce chapitre ne s'est pas déroulée dans une classe très faible incluant un grand nombre d'élèves en difficulté. La classe en question était située dans un quartier scolarisant des publics hétérogènes, mais ne relevant pas d'une ZEP. Le nombre élevé d'élèves en échec dans le cas complexe nous a permis toutefois d'analyser plusieurs cheminements cognitifs et de repérer les étapes susceptibles de favoriser l'apprentissage visé.

La reprise de ces types de scénarii dans des classes de ZEP de début de collège (6^e et 5^e) confirme les résultats précédents.

2. Un deuxième exemple : créer et développer une mémoire collective de la classe

Il s'agit de préciser à quelles conditions une prise de distance par rapport à l'action peut être favorisée à moyen terme. J'ai utilisé plusieurs leviers pour construire et expérimenter une situation propice à cette distanciation : une pratique régulière de bilans de savoirs, la production d'un écrit collectif et le recours au débat entre élèves.

2.1. Les hypothèses à l'origine de la recherche

2.1.1. Bilans de savoirs et situation de rappels

Les questions soulevées par les élèves en difficulté ont amené des chercheurs comme Bautier, Charlot et Rochex (1992) à repenser le rapport au savoir de ces élèves. Ces auteurs distinguent deux types de rapports au savoir : le rapport identitaire et le rapport épistémique.

Le rapport identitaire est lié à ce que la personne fait ou croit faire des savoirs ; il renvoie le plus souvent à l'expérience et aux situations dans lesquelles il fait sens : pour l'individu qui se situe prioritairement dans ce type de rapport, le savoir sert à quelque chose et est appréhendé par conséquent d'un point de vue utilitaire.

Le rapport épistémique au savoir se construit via des questions telles que :

« savoir, c'est quoi ? » ou « apprendre, c'est faire quoi ? » ; il est lié à la construction du savoir comme objet, indépendamment de l'utilité qu'il peut présenter dans la vie.

Ces deux types de rapports au savoir peuvent coexister, mais, comme le précisent les auteurs

« si tout le monde a un rapport identitaire au savoir, le rapport épistémique ne semble pas toujours présent, mobilisé, tandis que le rapport identitaire au savoir n'a pas l'air de suffire pour permettre à un élève d'être en réussite scolaire. »

D'après ces chercheurs, l'école suppose que les élèves ont déjà construit un rapport épistémique au savoir alors que les enseignants ont souvent un discours plus proche du rapport identitaire. Cette ambiguïté fait que la tâche des élèves n'est pas facilitée, notamment pour les élèves en difficulté. En effet, ceux-ci vivent l'école sur le mode du « métier d'élève ». Confondant leurs conditions de travail avec le travail scolaire en tant que tel ou l'activité intellectuelle, ils privilégient un rapport identitaire au savoir parce qu'ils pensent, par exemple, que c'est l'enseignant qui leur apprend et que pour être un bon élève, il suffit d'avoir un bon enseignant et de s'acquitter consciencieusement des tâches scolaires. Ils sont dans une logique de la tâche vécue en extériorité, et non dans une logique d'apprentissage.

Nous reprenons cette approche du concept de rapport au savoir dans nos recherches tout en l'adaptant au domaine des mathématiques. Nous admettons notamment que le rapport au savoir construit par les élèves en mathématiques relève plutôt d'un processus dialectique entre rapport identitaire et rapport épistémique : en effet, le caractère à la fois d'outil et d'objet des concepts ne permet pas d'établir une distinction aussi nette entre le rapport identitaire lié à l'expérience et donc à l'aspect utilitaire du savoir, d'une part, et le rapport épistémique lié au savoir en tant qu'objet, d'autre part.

Dans le cas particulier des mathématiques, nous avons repris l'idée de « bilans de savoirs » exploitée par ces mêmes auteurs (1992) ; toutefois, au lieu de l'utiliser comme outil de diagnostic, nous nous en servons pour intervenir sur le processus de conceptualisation.

Les élèves doivent résumer ce qui a été appris d'important et ce qu'il importe de retenir lors de certaines activités mathématiques. Ce type de situation exigeant de répondre à la question : « qu'est-ce que j'ai appris ? » devrait les conduire à se positionner comme sujets en train d'apprendre : nous voulons avant tout les inciter à suffisamment revenir réflexivement sur leurs activités pour qu'il leur soit permis de dépasser le stade de l'action et de prendre du recul par rapport au contexte de ces activités. Cette prise de distance par rapport à l'action devrait concourir à l'objectivation du savoir en jeu en tant même qu'elle tend à dépersonnaliser les notions mathématiques et les méthodes rencontrées et favorise une certaine décontextualisation.

Dans une situation de type « bilan de savoirs », les élèves doivent réfléchir « après coup » à ce qu'ils ont fait, à ce qu'ils ont appris. Ils sont conduits à repenser l'action en terme d'apprentissage.

Ces situations de bilan de savoirs sont à rapprocher des deux types de situations de rappel définies par Perrin-Glorian. (1992). Le premier type comprend les situations de rappel d'une situation d'action potentiellement propices à l'homogénéisation de la classe et à la dépersonnalisation des solutions grâce à des institutionnalisations locales. Le second type de situations vise à généraliser et à décontextualiser les formulations rencontrées à propos d'un même thème. Elles ont pour but d'ancrer des savoirs nouveaux dans des savoirs anciens. Si les situations de bilan de savoirs recoupent ces deux types de situations, elles ont été élaborées en tenant compte d'autres leviers.

2.1.2. L'écrit, outil de distanciation

La distanciation par rapport au contexte de l'apprentissage se trouve renforcée par le recours à une production écrite de la part des élèves. En effet, conformément aux thèses sociolinguistiques que Bautier (1996) et Lahire (1993) ont avancées à propos des notions de rapport écrit et de rapport oral au monde, nous estimons que l'écrit est un outil d'objectivation du savoir et que la formulation écrite est en elle même productrice de savoir.

> *« Le rapport épistémique au savoir se construit plus facilement dans l'écrit...Pour apprendre, il faut être dans un rapport écrit au monde »*.

J'admets que la production d'écrits et la compréhension des notions mathématiques évoquées dans ces écrits entretiennent un rapport dialectique.

Cette distanciation peut être consolidée par un recours au débat entre élèves finalisé par la production d'un écrit collectif.

2.1.3. Débat de savoir, dialectique entre apprentissage collectif et apprentissage individuel.

Mes situations de bilan de savoirs débouchent sur un écrit collectif rédigé à la suite d'un débat entre élèves. Ce type de situation peut être producteur de savoir : non seulement il provoque une prise de distance, mais les formulations produites à cette occasion afin de traduire et parfois de synthétiser les divers points de vue émis permettent une meilleure appropriation des notions mathématiques évoquées.

La production d'un écrit collectif vise surtout à produire des formulations qui, tout en étant plus décontextualisées et dépersonnalisées, soient solidement ancrées dans les expériences collectives et individuelles repensées à cette occasion ; nous nous situons ici dans une dialectique entre conceptualisation collective et conceptualisation individuelle dont la construction dépend des diverses formulations produites.

Cette recherche rejoint les travaux de didactique des mathématiques menés sur le débat scientifique (Legrand, 1990) et sur la discussion collective en classe de mathématiques (Bartolini Bussi, 1996, 1999). Néanmoins, l'objet du débat entre élèves est ici différent : il ne s'agit pas de comparer des argumentations et des éléments de preuve à propos d'un problème de mathématiques précis, mais d'échanger autour de situations concrètement vécues en mathématiques.

Dans nos situations de bilan de savoirs, le débat contribue à installer une dialectique entre apprentissage collectif et apprentissage individuel. En effet, chaque élève doit individuellement s'approprier le texte écrit initialement par deux de ses pairs : cela suppose une décentration par rapport à son expérience personnelle. La prise en compte des propositions des autres élèves doit l'amener à une certaine décontextualisation dans la mesure où, pour être retenue, une proposition doit tout à la fois rendre compte des expériences individuelles et être suffisamment partagée par l'ensemble des élèves de la classe. L'élève devant ensuite s'approprier le texte collectif, il est tenu de ce fait même de visiter à nouveau les notions évoquées dans un contexte plus général et plus éloigné du contexte de son propre apprentissage.

Ces situations de bilan de savoirs s'inscrivent dans un processus de transformations des connaissances privées en savoirs institutionnalisés (Conne 1992, Rouchier 1996). Les élèves sont amenés à reconnaître le statut social et collectif des savoirs scolaires : ces derniers deviennent des savoirs de référence susceptibles d'être convoqués par l'enseignant comme par les élèves, qui sont dès lors redevables devant leurs pairs comme devant l'institution scolaire de la disponibilité des savoirs en question.

2.2. La situation

La situation de construction d'une mémoire collective de classe que je décris ici a été expérimentée dans une classe de CE_2 d'un quartier défavorisé qui comprenait beaucoup d'élèves en difficulté.

Chaque semaine, deux élèves sont chargés de rédiger au tableau un résumé de cinq à dix lignes relatif à ce qui a été appris en mathématiques au cours des jours précédents. Ce texte est soumis au débat de l'ensemble de la classe, qui a la possibilité de l'amender et de le préciser. La nouvelle version collectivement élaborée est adoptée par la classe puis recopiée dans un cahier commun.

C'est grâce à ces bilans réguliers de savoirs qu'il est possible d'accéder à ce que les élèves retiennent des activités de mathématiques, à ce qui est important pour eux. La régularité de ces séances permet de reconstruire l'histoire de l'appropriation des notions enseignées : il est ainsi possible de recueillir des indices sur le niveau de disponibilité des connaissances des élèves et l'évolution de leurs conceptions.

Le professeur joue essentiellement un rôle d'animateur lors du débat ; n'intervenant que pour relancer la discussion, évaluer l'accord de la classe à une proposition de modification ou demander des compléments d'activités ou des explications supplémentaires, il ne modifie jamais les textes élaborés par les élèves quand bien même il peut lui arriver de temps à autre de corriger l'orthographe ou de rectifier certaines formulations secondaires par rapport au sens de telle ou telle proposition. Il peut aussi être demandeur de nouvelles formulations, et il intervient également chaque fois que les élèves produisent un énoncé mathématiquement erroné.

2. 3. Les résultats

J'étudie plus particulièrement dans ce chapitre comment ce type de situations bénéficie aux élèves en difficulté en les aidant à prendre de la distance par rapport aux situations d'action et influe plus généralement sur leur rapport au savoir mathématique. Le troisième chapitre est davantage centré sur le processus de conceptualisation des notions mathématiques.

L'analyse de la chronologie des textes produits par les élèves montre que leur rapport aux savoirs mathématiques fréquentés et revisités à l'occasion des bilans de savoirs évolue. Voici deux étapes significatives des changements qualitatifs repérés.

<u>3.1.1. Un premier exemple : fonction linéaire ou notion de multiple</u>

L'analyse des premiers textes produits confirme le diagnostic de Perrin-Glorian. Les énoncés décrivent des actions et le contexte des situations. Voici un exemple portant sur des activités de mesure des masses.

> *« On pose sur la balance....Il y a équilibre quand la flèche est au milieu.*
> *Nous avons travaillé sur les balances. Il peut avoir des masses de 1kg, 500g, 200g, 100g, 50g, 20g, 10g, 5g, 2g et 1g. Le lièvre pèse 1kg500, je mets une masse de 1kg et une autre de 500g. »*

Un premier moment révélateur d'une prise de distance par rapport à l'action est survenu à la quatrième séance. Les élèves chargés de préparer le texte initial ouvrant le débat proposent le texte suivant, qui évoque le travail effectué sur la fonction linéaire définie sur l'ensemble des entiers naturels : $x \rightarrow 7.x$. Le professeur de la classe désigne cette fonction par l'expression "multiplier par 7 ".

Nous avons fait un tableau :

2	4	5	10	12
14	28	35	70	84

Ce texte décrit une action tout en restituant son produit. La notion mathématique étudiée n'est pas évoquée : les élèves sollicités par le professeur recherchent collectivement le savoir en jeu dans l'activité puis identifient la notion de multiple. Le texte amendé propose deux définitions successives.

> *« (Le tableau) sert à trouver des multiples.*
> *Comment reconnaître un multiple de sept ? Il est dans la table de sept.*
> *On a multiplié un autre nombre par sept . »*

Le maître a effectivement proposé l'activité afférente aux opérateurs dans le but de faire travailler sur la notion de multiple d'un nombre. Les élèves expriment donc l'un des buts de l'activité proposée.

On a ici un exemple de prise de conscience « après coup » du savoir mathématique en jeu. Non seulement ce savoir peut à ce stade être institutionnalisé pour certains sujets, mais cette séance initialise notre projet d'amener l'élève à penser en termes de « qu'est-ce que j'ai appris » plutôt qu'en termes de « qu'est-ce que j'ai fait » même si seuls les meilleurs éléments font le cheminement à ce stade. L'analyse de la participation des élèves aux débats qui suivent cette séance met en évidence une dynamique qui concerne toute la classe.

2.3.2. Un deuxième exemple : l'apprentissage de la division

Cette prise de conscience se confirme lorsque, trois semaines plus tard, les élèves qualifient de "préparatoire à l'apprentissage de la division" une situation de répartition.

Les deux élèves responsables du texte initial ont proposé l'énoncé de problème suivant :

« Nous allons vers la division.
Avec 35 billes, combien de sacs de 12 billes peut-on remplir ?
On a fait un tableau.

Nombre de sacs	*Nombre de billes utilisées*	*Nombre de billes qui restent*	*relations*
1	*12x1=12*	*35-12=23*	*35=(12x1)+23*
2	*12x2=24*	*35-24=11*	*35=(12x2)+11*

Les élèves ont retranscrit un tableau qui témoigne de la recherche effectuée collectivement lors de la résolution. En fait, ils ont procédé par encadrements et écarts au but. Le titre traduit le projet d'apprentissage et la prise de conscience d'une temporalité ; toutefois, la distance prise par rapport à l'action est limitée car les élèves décrivent aussi la situation à l'aide d'un tableau, comportement qui atteste que la démarche de résolution du problème posé cette semaine-là reste très contextualisée.

Lors de la séance qui suit, les élèves rappellent l'énoncé du problème (il s'agit toujours d'un problème de répartition d'un ensemble de n objets en paquets de p objets) ainsi que le tableau faisant intervenir le nombre de paquets, le nombre d'objets utilisés, le nombre d'objets restants et les relations correspondantes avec les nombres (cf. le tableau précédent)

« *On a appris à ranger 438 roses en bouquets de 12 roses. On a fait un tableau.* »

La prise de conscience de la notion mathématique en jeu se poursuit puisque les élèves proposent l'amendement :

« Ranger 556 fleurs par paquets de 14 sert à apprendre la division. »

Les séances suivantes ont trait à l'apprentissage de la technique opératoire de la division lorsque le diviseur a un chiffre. Les élèves décrivent systématiquement le but des activités faites en classe

2.4. Conclusion

Une pratique régulière de bilan de savoirs a donc amené progressivement des élèves de cette classe à anticiper l'institutionnalisation à venir dès la présentation d'une activité. Revenons sur l'exemple précédemment décrit de la production du titre de la séance.

« Nous allons vers la division. »

Cet énoncé témoigne d'une prise de conscience de l'objectif d'apprentissage visé par la situation tout autant que de la connaissance en jeu. Pour la première fois, du moins explicitement, ces élèves semblent employer le manuel différemment. Jusqu'alors, ils l'utilisaient quotidiennement, à la demande du maître, pour avoir accès aux énoncés des exercices à effectuer. Lors de la préparation du texte qui doit être soumis à l'approbation des pairs, ces deux élèves consultent le manuel sans injonction didactique pour essayer de comprendre ce qui était en jeu dans l'activité proposée : découvrant ainsi que le titre de la séance décrit l'apprentissage visé, ils reprennent ce titre à la fois pour désigner l'activité fréquentée et comme titre de leur propre texte.

Cette production révèle aussi qu'une prise de conscience du temps didactique s'est effectuée. Le problème qui suit n'est plus une tâche à effectuer pour elle-même, mais s'inscrit dans une suite d'activités qui débouchera sur l'acquisition d'un savoir nouveau. Cette prise de conscience reste toutefois fragile, car les textes suivants ne témoigneront pas systématiquement de cette démarche.

Le vocabulaire utilisé par les élèves pour désigner les opérations arithmétiques évolue. Ils avaient utilisé par exemple les expressions « *on a fait les plus* » ou « *les moins* » ou *« les fois »* pour désigner des additions, des soustractions ou des multiplications. L'emploi systématique du terme division montre qu'ils ont franchi une étape dans la manière de décrire les opérations ; en effet, l'expression « *les plus* » désigne plus l'algorithme ou même le signe opératoire que le concept d'addition. L'énoncé étudié ci-dessus « *nous allons vers la division* » témoigne bien d'un degré supérieur de décontextualisation et de généralisation.

Les bilans de savoirs finalisés par un écrit collectif ont concouru à réguler l'enseignement et le processus d'institutionnalisation. Le professeur est incité à reprendre certaines activités dont l'enjeu mathématique a été insuffisamment perçu par les élèves. De plus, devant la suite des textes produits, le professeur est amené à clarifier ses objectifs et à les expliciter davantage devant les élèves. Le contrat est ainsi plus explicite. Enfin, cette situation a permis de différencier plusieurs moments de l'institutionnalisation ; en effet, celle-ci ne fait pas seulement suite aux phases de recherche et de synthèse des productions des élèves : au cours du débat, la situation donne lieu à de nouvelles formulations de plus en plus décontextualisées et débouche par conséquent sur des moments d'institutionnalisation « *différée* ».

Dans le présent chapitre, J'ai centré mon analyse sur les processus de dévolution et d'institutionnalisation ; aux deux chapitres suivants, j'analyserai les effets de ce type de situations sur le processus de conceptualisation des notions mathématiques et des méthodes de résolution de problèmes.

VI. LA CONSTRUCTION D'UNE GENERICITE, UNE ETAPE du PROCESSUS DE CONCEPTUALISATION

J'ai analysé (Butlen et Pézard, 2003a, 2003b) le processus de décontextualisation d'énoncés mathématiques provoqué par une ingénierie spécifique susceptible d'améliorer ce processus dans des classes faibles regroupant beaucoup d'élèves en difficulté souvent issus de milieux défavorisés. Nos résultats permettent de confirmer l'efficacité de cette ingénierie notamment pour des élèves en difficulté. Cette ingénierie repose sur le respect d'étapes intermédiaires dans le processus de conceptualisation, étapes que je mets en évidence et que j'analyse en mesurant le degré de décontextualisation d'énoncés mathématiques produits par les élèves concernés notamment lors de bilans de savoirs.

L'ingénierie qui a permis de les susciter reprend et développe les leviers exposés dans les chapitres précédents : une pratique régulière de calcul mental, des bilans de savoirs finalisés par la production collective d'un écrit rédigé suite à un débat entre élèves. J'ai pris en compte la diversité des élèves. J'ai choisi comme indice révélateur de cette diversité, le degré de décontextualisation des formulations écrites qu'ils produisent.

Avant de présenter les résultats de cette recherche , je précise comment j'ai articulé décontextualisation et conceptualisation afin d'analyser les processus en jeu et préciser les questions auxquelles j'ai ainsi contribuer à répondre.

1. Conceptualisation et décontextualisation

Ces travaux reposent sur une hypothèse préalable : chez les élèves de 11 à 13 ans, la conceptualisation de certaines notions implique et est impliquée par différentes activités de décontextualisation : généralisation, changement de contexte, formalisation, etc. qui correspondent à des degrés différents.

Vygotski dans « Pensée et langage » décrit le processus de formation des concepts comme le passage d'une structure de généralisation à une autre et définit le pseudo-concept : il s'agit d'un équivalent fonctionnel du concept, en apparence semblable au concept, mais qui en diffère quant au mode de généralisation et de catégorisation dont il résulte. Ces deux niveaux de conceptualisation, bien que différents, permettent toutefois aux individus de communiquer et de se comprendre (au moins partiellement). Je montre dans l'analyse qui suit que des formulations produites par les élèves témoignent aussi d'étapes intermédiaires dans le processus de conceptualisation. Sans identifier complètement ces étapes à des pseudo-concepts, elles semblent assurer des fonctions similaires. Elles permettent la communication entre pairs de niveaux cognitifs différents à propos d'une même notion mathématique et s'avèrent profitables pour des élèves en difficulté dans la mesure où elles leur permettent d'accéder à une meilleure conceptualisation.

La décontextualisation peut être en partie dévolue aux élèves. En effet, elle ne s'opère pas uniquement dans les phases d'institutionnalisation mais peut commencer dès qu'il y a explicitation de la part des élèves, par exemple de modèles implicites mobilisés dans l'action. Cette décontextualisation peut s'opérer aussi lors des différentes phases de formulation, en particulier lorsque celles-ci prennent la forme d'un débat entre élèves débouchant sur la production collective d'un écrit. La décontextualisation ne se termine pas toujours, pour les élèves, avec l'institutionnalisation. Il peut être profitable, voire nécessaire, de revenir sur les notions étudiées lors de situations spécifiques, construites pour cela.

<u>*Exemples d'énoncés témoignant de degrés de décontextualisation différents :*</u> voici des exemples de formulations relatives à la multiplication d'un nombre décimal par une puissance entière de 10. Peu d'élèves de cet âge produisent l'énoncé complet de la propriété ; celui-ci est difficile à restituer avec le langage usuel sans utiliser des outils mathématiques plus formels.

Nous avons constaté une diversité d'exemples ou d'énoncés incomplets témoignant de niveaux de généralités différents. Voici certaines de ces formulations que nous avons réorganisées en fonction de leur degré de formalisation :

- un exemple sur les entiers :

  150 x 100 = 15000 ; la règle est limitée aux entiers et au domaine de calcul usuel (multiplication par 10^n avec $n<3$)

- Des exemples partiels sur les décimaux, pouvant être accompagnés de quelques éléments de règle :

  1,50 x 100 = 150, quand on multiplie par 100, on repousse la virgule de 2 rangs

  1,50 x 10^4 *= 15000*

- Des énoncés illustrés par un exemple générique :

  Dans notre tête, mentalement, nous nous sommes dit que l'exposant indiquait de combien de rangs vers la droite, on déplaçait la virgule. Là comme le multiplicateur était 10^4*, on l'a déplacée de 4 rangs vers la droite et on a complété par deux zéros car il manque deux nombres à la partie décimale. Exemple 1,50 x* 10^4 *= 15000.*

- ou encore la formulation d'une règle plus décontextualisée :

  pour multiplier un nombre par des puissances de 10 : on met autant de zéros à droite du nombre que l'indique l'exposant.

Ces énoncés diffèrent par leur degré de généralisation (ensembles numériques de référence, emploi d'une notation plus ou moins formalisée) ou par leur degré de décontextualisation lié à la présence d'une règle plus formelle. Je considère que ces énoncés sont associés à des degrés de conceptualisation différents.

Les étapes intermédiaires que l'ingénierie met en évidence se traduisent par la production par les élèves d'énoncés dont le degré de décontextualisation est intermédiaire entre l'exemple seul et l'énoncé formel d'une définition, d'une propriété ou d'un théorème. Il peut s'agir soit d'un exemple générique induisant une règle générale mais non formulée, soit d'un énoncé illustré par un exemple ou formulé à partir d'un exemple.

Cette recherche met en évidence des décontextualisations diverses.

Une première forme de décontextualisation se manifeste dans le passage d'un texte évoquant le contexte de l'apprentissage[22] ou restituant l'énoncé d'une tâche prescrite[23] à la formulation de la notion mathématique visée par l'apprentissage ou fonctionnant dans l'activité évoquée. Le chapitre précédent propose des énoncés illustrant cette première forme de décontextualisation. Nous avons retrouvé cette prise de distance progressive par rapport à l'action dans les textes produits par les classes des autres niveaux (Butlen et Pézard, 2003a et 2003b).

---

[22] J'emploie le terme de contexte pour désigner les éléments contextualisés de la situation. Il peut s'agir de d'un énoncé très contextualisé de problème : « *un vélo coûte 1500F à la commande, on paie les 3/5. Combien reste-t-il à payer ?* » ou bien du décor matériel d'une situation, par exemple dans le cas d'un jeu « *il fallait déplacer un jeton sur une piste numérique* ».

[23] Comme par exemple l'énoncé : « *Le professeur nous a fait faire des problèmes.* »

Une seconde forme de décontextualisation se caractérise par le degré de géénralisation des énoncés produits comme le montre les exemples ci-dessus .

Le terme de décontextualisation peut donc désigner soit l'activité consistant à extraire la notion mathématique en jeu, soit le passage d'un énoncé donné à un énoncé davantage formalisé ou plus général (par exemple quand le domaine numérique de référence est plus étendu comme dans les exemples précédemment cités.)

Les étapes que cette recherche a permis d'identifier se caractérisent par la production par les élèves d'énoncés dont le degré de décontextualisation est intermédiaire entre l'exemple seul et l'énoncé formel d'une définition, d'une propriété ou d'un théorème. Il peut s'agir soit d'un exemple générique induisant une règle générale mais non formulée, soit d'un énoncé illustré par un exemple ou formulé à partir d'un exemple. Ces deux types d'énoncés témoignent d'une généricité en cours de construction.

L'analyse des productions des élèves et de leur évolution montrent que ces étapes permettent à certains élèves en difficulté d'accéder à des degrés supérieurs de décontextualisations et donc de progresser dans le processus de conceptualisation. Ces étapes ne sont peut-être pas nécessaires pour tous les élèves, certains élèves brillants peuvent sans doute accéder plus rapidement à des degrés de formalisation plus élevés sans passer par des formulations intermédiaires. Par contre, des élèves en difficulté, incapables de produire ce genre d'énoncés peuvent en profiter. L'explicitation collective de ces étapes semble être une condition permettant à ces élèves de les produire ou de se les approprier.

2. Des leviers pour intervenir sur le processus de décontextualisation de notions mathématiques

2.1. L'hypothèse à l'origine de la recherche

Afin de favoriser la conceptualisation de certaines notions mathématiques, j'ai proposé aux élèves de s'exercer régulièrement à des décontextualisations de propriétés ou de définitions liées à ces notions. Les élèves en difficulté ont en effet du mal à produire des énoncés non contextualisés. J'ai donc essayé de remédier à cette difficulté en provoquant différentes activités de décontextualisation pour entraîner la conceptualisation visée. Il s'agit en fait d'amener les élèves à davantage de généralisation (extension par exemple du domaine de validité de la propriété étudiée) ou bien à davantage de formalisation ou plus simplement à dépasser la description du contexte de la situation ou l'énoncé de la tâche prescrite pour expliciter l'activité mathématique en jeu. Il s'agit aussi de provoquer une dépersonnalisation plus importante des expériences vécues et donc des notions mathématiques fréquentées grâce à un débat entre pairs.

2.2. divers leviers

J'ai élaboré (en collaboration avec Pézard M.) et mis en place une ingénierie longue (sur une ou deux années) comportant des tâches devant provoquer ces activités de décontextualisation : la rédaction collective et régulière de bilans écrits de savoirs. Je ne décris pas le détail de l'ingénierie ; le lecteur pourra consulter à ce propos différentes publicatons (Butlen et Pézard, 2003a, Butlen 2004b). Nous avons repris les situations de bilan de savoirs exposées au chapitre précédent. Leur déroulement est identique.

Notre but est comme précédemment d'amener les élèves, par un retour collectif et réflexif sur leurs activités, à dépasser le stade de l'action et à prendre de la distance par rapport au contexte de ces activités.

Nous avons déjà développé dans le chapitre précédent ce qu'apportait le recours à l'écrit et le débat entre pairs. Notre problématique nous a amenés à limiter ces bilans de savoirs aux activités numériques, en particulier au calcul mental et à la résolution de problèmes numériques.

Précisons deux autres leviers.

La prise en compte de la diversité des élèves : la prise en compte de la diversité des cheminements cognitifs des élèves est une hypothèse nouvelle. J'admets que dans une même classe et dans un temps limité, l'acquisition par les élèves d'une notion mathématique peut se faire par des cheminements cognitifs différents que l'on peut en partie identifier et provoquer. J'adopte l'hypothèse que cette diversité peut être source de progrès surtout si l'on met en place des situations permettant des échanges entre élèves de niveaux cognitifs différents relativement à une même notion mathématique.

Des élèves ayant accédé à des degrés différents de décontextualisation d'une même notion mathématique (comme ceux explicités sur l'exemple ci-dessus) peuvent communiquer, échanger entre eux à condition que les degrés de conceptualisation correspondants ne soient pas trop éloignés. Cette confrontation de points de vue peut permettre notamment à des élèves en difficulté d'accéder à des niveaux de généralisation plus riches, pouvant constituer des étapes inhérentes au processus de conceptualisation.

Une explicitation de méthodes : enfin, j'ai utilisé ce dernier levier. L'impact d'une pratique régulière de calcul mental sur la résolution de problème est supposé être renforcé par les différents types d'explicitation à la charge des partenaires de la relation didactique prévus dans l'ingénierie. La responsabilité de l'explicitation est du côté des élèves dans le cas de la situation de bilan de savoirs. Elle est du côté du professeur dans le cadre d'une explicitation orale et quotidienne des méthodes rencontrées lors des activités mathématiques, méthodes de calcul comme méthodes de résolution de problèmes. Cette dernière explicitation, sans être détachée totalement de l'expérience de l'élève, en constitue une première généralisation. Elle occupe un moment particulier, spécifique, dans l'enseignement dispensé et devrait initialiser un processus de décontextualisation.

2.3. L'objet de la recherche

La recherche a donc consisté d'une part à concevoir cette ingénierie et d'autre part à analyser les productions des élèves par rapport aux décontextualisations qu'ils réussissent à effectuer. J'ai étudié ces décontextualisations, qui s'avèrent diverses, et à j'en ai en caractérisé des étapes.

J'ai montré que tout se passe comme si des élèves en difficulté devaient passer par l'étape du générique avant d'accéder au formel.

Ces énoncés, intermédiaires entre l'exemple seul et l'énoncé formel sans exemple, révèlent en fait soit un degré intermédiaire de décontextualisation et de conceptualisation, soit une prise en compte de contraintes liées à la communication lors du débat. Ces deux aspects peuvent coexister et sont dialectiquement liés. L'exemple illustrant un énoncé formel produit par les élèves peut jouer le même rôle que l'exemple proposé par le professeur après l'énonciation d'une définition ou d'un théorème dans un cours de mathématiques. L'exemple remplit alors une double fonction didactique : d'une part, faire comprendre à un pair l'énoncé formel ; d'autre part, s'expliquer à soi-même et donc mieux comprendre cet énoncé.

L'énoncé intermédiaire s'inscrit aussi dans un processus de conceptualisation s'appuyant sur une dialectique entre collectif et individuel. Dans un premier temps résultat d'une démarche collective, il témoigne ensuite d'un apprentissage individuel par un double mouvement de contextualisation et de décontextualisation. Tout se passe comme si l'appropriation des énoncés intermédiaires produits collectivement permettait aux élèves d'une part, de recontextualiser certains énoncés formels afin de leur donner du sens ; d'autre part, de généraliser leurs exemples individuels afin de les dépersonnaliser tout en autorisant des appels éventuels à l'expérience.

Il semble que nous soyons ici en présence d'une appropriation collective qui précède et induit pour certains élèves en difficulté une appropriation individuelle. Nous retrouvons ici un effet de la dynamique interactive mis en évidence dans les travaux des psychosociologues déjà cités.

3. Eléments de méthodologie

Notre ingénierie a été testée dans trois niveaux de classe (CM_2, 6^e et 5^e), avec des élèves souvent en difficulté en mathématiques. Les classes de collèges concernées sont considérées comme les plus faibles de l'établissement. L'expérimentation s'est déroulée durant une année scolaire dans la classe de CM_2 et dans une des deux classes de sixième. Elle a duré deux ans dans l'autre sixième où elle s'est poursuivie en cinquième.

3.1. Le recueil des données

Présentons maintenant le dispositif adopté pour recueillir les données. Dans les classes ayant bénéficié de notre ingénierie, nous avons recueilli deux types de textes : d'une part les écrits collectifs produits lors des situations de bilan de savoirs, d'autre part, en fin d'année, des textes individuels de bilan.

Afin de mesurer l'impact de notre ingénierie, nous comparons les productions individuelles de ces classes avec celles de classes témoins : 2 classes de CM_2, de sixième et de cinquième. D'après les enseignants, ce sont des classes constituées d'élèves qui, dans leur majorité, ne présentent pas de difficultés particulières. Nous avons également recueilli des productions de très bons élèves de chaque niveau.

Signalons une limite méthodologique : les informations recueillies dans l'ensemble des productions étudiées sont essentiellement de caractère déclaratif. Les élèves, individuellement comme collectivement, sont amenés à expliciter par écrit des notions et des méthodes ; ces déclarations ne sont pas forcément synonymes d'actions ou d'apprentissages. Un élève qui explicite une méthode de résolution de problèmes ne l'utilise pas forcément et inversement un élève peut l'utiliser sans l'expliciter. Le caractère déclaratif des bilans peut aussi traduire des effets de contrat (Brousseau 1987) : l'élève peut, par exemple, « réciter » le discours méthodologique du maître sans pour autant l'utiliser dans la réalité.

De plus, les bilans individuels des classes témoins n'ont pas tout à fait le même statut que ceux des classes entraînées. Dans ces dernières, les élèves se sont familiarisés avec la rédaction de bilans de savoirs en mathématiques alors que cette activité est complètement nouvelle dans les classes témoins. Les élèves de ces classes peuvent alors penser qu'ils doivent se limiter à la reproduction mot à mot des définitions, propriétés ou méthodes institutionnalisées pendant le cours. Notons aussi que les textes obtenus occultent parfois certaines activités, en particulier celles devenues habituelles, au profit d'activités nouvelles. Nous rencontrons ici les limites mêmes du processus d'objectivation des savoirs.

Nous considérons toutefois que ces productions nous donnent des informations, parfois incomplètes, mais souvent révélatrices des apprentissages effectués.

3.2. L'analyse des données[24]

J'ai utilisé deux types d'indicateurs pour analyser les textes produits collectivement ou individuellement par les élèves : la nature des énoncés, le degré de décontextualisation des énoncés produits.

3.2.1. La nature des énoncés

Les textes rédigés par les élèves, collectivement ou individuellement, peuvent comporter des énoncés ayant différents statuts : énoncés mathématiques, énoncés de méthodes (de calcul ou de résolution de problèmes), description du contexte de l'apprentissage ou de la tâche prescrite.

3.2.2. Le degré de décontextualisation des textes produits

Afin de décrire en détail des étapes du processus de décontextualisation pouvant être atteintes par des élèves de la fin de l'école élémentaire et du début du collège. J'ai définit six degrés de formalisation. Cela permet de décrire précisément des types d'énoncés intermédiaires correspondant à des degrés de décontextualisation et de généralisation différents.

Nous avons ainsi distingué trois catégories d'énoncés :

- Les énoncés mathématiques ou de méthodes illustrant une action ou une consigne

Cette dernière semaine, nous avons donné la valeur exacte du quotient sous forme de fractions et nous l'avons encadré entre deux nombres entiers naturels puis nous avons précisé en l'encadrant entre deux nombres décimaux allant jusqu'au centième, millième, $1/10^n$

ex : 2857,00	8
45	xxx xx
57	357,12
10	
20	
4	

357<357,12<2857/8<357,13<358

- Les énoncés intermédiaires, que nous décrivons à l'aide de trois degrés de formalisation :
  - Les énoncés mathématiques encore fortement contextualisés comme l'exemple mathématique ou de méthode induisant une règle à caractère général mais non formulée :

Cette quinzaine, nous avons cherché 3, 4 ou 5 nombres qui se suivent (consécutifs) afin que leur somme arrive à un nombre déterminé.
Il suffit de faire la solution avec les N (inconnu) :
N+(N+1)+(N+2)=249

[24] Il s'agit d'une présentation rapide de la méthodologie utilisée, le lecteur pourra consulter le détail de la méthodologie de recueil comme d'analyse des données dans Butlen et Pézard (2003a) et Butlen (2004b)

3N+3=249 249-3=246 246:3=82 N=82 N+1=83 N+2=84

❖ La règle mathématique ou la méthode illustrée par un exemple

Cette quinzaine, nous avons fait des multiplications par 25. Il fallait multiplier par 100 et diviser par 4.

Ex: 22x25= ?

On fait : 22x100=2200

2200/4=550.

❖ La règle mathématique ou la méthode formulée à partir d'un exemple

Dans notre tête, mentalement, nous nous sommes dit que l'exposant indiquait de combien de rangs vers la droite, on déplaçait la virgule.

Là comme le multiplicateur était 10^4, on l'a déplacée de 4 rangs vers la droite et on a complété par deux zéros car il manque deux nombres à la partie décimale.

Exemple $1{,}50 \times 10^4 = 15000$.

➢ Les énoncés mathématiques ou de méthodes formels

multiplier un nombre par des puissances de 10 : on met autant de zéros à droite du nombre que l'indique l'exposant.

Le premier énoncé décrit une tâche mathématique prescrite par l'enseignant. Le résultat est restitué fidèlement. Les élèves n'explicitent pas l'activité mathématique en jeu. Ce n'est pas le résultat qui est important mais l'apprentissage d'un moyen de contrôle sur les calculs effectués grâce à un encadrement. Ce dernier n'est pas explicité, il est présent implicitement dans l'exemple.

Les trois degrés de décontextualisation que traduisent les 3 énoncés intermédiaires sont hiérarchisés en prenant en compte deux éléments : la formalisation produite et le degré de généralisation.

Le premier exemple induit une règle non explicitée dans le cas général. Le second explicite une méthode calcul et l'illustre à l'aide d'un exemple. Le troisième correspond à une règle à caractère général formulée à partir d'un exemple.

Les deux derniers énoncés intermédiaires sont davantage décontextualisés que le premier dans la mesure où la règle générale est explicitement formulée bien que le domaine de validité de celle-ci n'étant pas spécifié explicitement. Si on les compare au premier énoncé très contextualisé, ces trois énoncés intermédiaires témoignent du franchissement d'une étape dans la généralisation et donc dans la conceptualisation. Le produit n'a toutefois pas atteint le degré de formalisation, de généralisation correspondant au dernier énoncé qui ne fait plus intervenir d'exemple.

4. Résultats et interprétation

Les productions sont nettement plus décontextualisées dans les classes entrainées ; il existe un nombre significatif d'élèves produisant des énoncés intermédiaires. Ces derniers sont très rares dans les classes témoins. C'est particulièrement le cas en CM_2 et en 6^e notamment.

L'analyse des productions des élèves de 5^e fait apparaître un phénomène déjà perceptible dans les autres niveaux de classe. La proportion d'élèves produisant des énoncés formels est identique dans les deux types de classes (expérimentales et témoins), par contre, il y a davantage d'élèves en difficulté dans les premières produisant des énoncés intermédiaires sans produire des énoncés formels.

Ce résultat traduit bien une étape dans le processus de conceptualisation par laquelle semblent passer des élèves faibles. Quand nous avons mis en place l'ensemble du dispositif d'enseignement évoqué ci-dessus, nous visions une production plus systématique par les élèves lors des séances collectives de bilan de savoirs, d'énoncés formalisés. Nous comptions retrouver ce type de productions formelles dans les écrits individuels. Certes, ces productions existent dans les deux cas mais dans une proportion plus faible que celle envisagée a priori. Le nombre important d'élèves en difficulté participant effectivement au débat et à l'élaboration des textes collectifs se traduit par un énoncé de compromis. Tout se passe comme s'ils ne pouvaient pas, à ce niveau scolaire, adhérer à un énoncé formalisé trop décontextualisé et avaient encore besoin d'exemples. Cette résistance se manifeste dans la variété des énoncés intermédiaires produits. J'ai distingué ci-dessus trois types d'énoncés intermédiaires. Bien que tous significatifs d'un degré de généralisation et de décontextualisation plus important que celui de l'énoncé comportant seulement un exemple contextualisé, ils correspondent à des niveaux différents. Ces énoncés dépendent de la nouveauté de la notion étudiée et du contenu évoqué. Ainsi, le premier type d'énoncé :

> *Cette quinzaine, nous avons cherché 3, 4 ou 5 nombres qui se suivent (consécutifs) afin que leur somme arrive à un nombre déterminé.*
> *Il suffit de faire la solution avec les N (inconnu) :*
> $N+(N+1)+(N+2)=249$
> $3N+3=249$ $249-3=246$ $246:3=82$ $N=82$ $N+1=83$ $N+2=84$

traduit une tentative « de mise en équation » par des élèves n'ayant pas encore réellement abordé l'algèbre. Employant pratiquement pour la première fois, la désignation d'une variable, ils éprouvent la nécessité de d'illustrer cette démarche par un exemple qui explicite la démarche de résolution de l'équation ainsi produite. Ils ne peuvent à ce stade formaliser cette démarche sans faire appel au contexte qui lui a donné sens.

Ces exemples génériques semblent toutefois constituer un progrès dans la mesure où ils sont plus décontextualisés que les énoncés se réduisant à des exemples isolés.

Le plus souvent, le débat enrichit en général le texte initial, il le complète et le décontextualise. L'exemple ci-dessous élaboré dans la classe de cinquième le montre :

> *Définition de la proportionnalité*
> *Il y a proportionnalité lorsque*
> *sur le tableau les termes de la seconde ligne s'obtiennent en multipliant ceux de la première ligne* ***par un même nombre*** *: le coefficient* ***(voir exemple). Il y a aussi beaucoup d'autres propriétés qui nous facilitent les calculs.***
> *Sur un graphique, les points doivent être alignés avec l'origine*
> ***Nous avons cherché plusieurs problèmes : on pouvait faire des tableaux pour mieux les comprendre.***
> ***Mais,*** *attention un tableau n'est pas toujours un tableau de proportionnalité*

ex : + → vérification

3	5	8	3	5	8	
2	4	6	2	4	6	× 1,5

+ →

Avec la propriété d'addition, on pourrait se tromper, mais on peut calculer le coefficient en divisant un nombre par son correspondant ; on trouve 3:2 = 1,5. *Mais 5 : 1,5 n'est pas égal à 4. On sait que 4 x 1,25 = 5 donc ce tableau n'est pas proportionnel.*
On peut le voir plus vite : 4 est le double de 2, son correspondant devrait être 6 le double de 3.
Dans certains calculs nous pouvons nous aider des fractions. Si 4 devient 5, alors 2 doit être multiplié par 5/4 c'est à dire 1+1/4. je cherche 1 fois 2 et 1/4 de 2 (la moitié de la moitié) ça fait 2,5.

Les ajouts produits lors du débat (en caractères gras) précisent le texte initial et le complètent en donnant d'autres outils de vérification ; ces derniers sont proposés par des élèves différents de ceux qui ont écrit le texte initial. Lors du débat, les élèves produisent ici un exemple générique illustrant une méthode permettant de reconnaître une situation de proportionnalité.

Les élèves de bon niveau de cette classe de 5^{e} produisent les deux types d'énoncés : intermédiaires et formels. La production des énoncés intermédiaires peut sans doute s'interpréter comme un effet de contrat. Etant capables de produire des énoncés formalisés, cette étape ne leur est sans doute pas indispensable. Cette hypothèse est confirmée par l'analyse des productions des élèves de bon niveau scolaire des classes témoins qui ne produisent que des énoncés formels.

Si les élèves en difficulté moyenne bénéficient des effets de l'ingénierie par contre, la majorité des élèves en très grande difficulté scolaire en général, en mathématiques en particulier, ne semblent pas avoir pu accéder à ces étapes intermédiaires de conceptualisation. Ils n'ont sans doute pas pu, pour des raisons cognitives, bénéficier comme leurs pairs du débat et donc s'approprier les objets produits à cette occasion. L'écart cognitif entre eux et le reste de la classe est sans doute trop important pour permettre une communication profitable. Ce constat rejoint celui déjà effectué lors de notre première recherche en ZEP. L'évaluation des effets du dispositif de soutien que nous avions mis en place spécialement pour les élèves en difficulté de la classe de CE_2 faisait apparaître un résultat analogue. Les élèves en très grande difficulté ont moins bénéficié de ce dispositif que leurs pairs en difficulté moyenne.

Je reviens sur ces constats en dernière partie de cette note de synthèse.

VII. LA CONSTRUCTION D'OUTILS HEURISTIQUES

L'ingénierie précédente a permis de mettre en évidence et d'analyser une autre étape du processus de conceptualisation : la construction d'outils heuristiques provisoires susceptibles d'améliorer les performances et procédures d'élèves en difficulté tenus de résoudre des problèmes numériques. J'utilise le terme d'outils heuristiques pour désigner certaines connaissances relevant de l'heuristique définies ainsi par Julo (Julo, 1995, p.22) :

> *il s'agit de connaissances propres à la résolution de problèmes qui ne conduisent pas directement à la solution d'un problème donné mais qui augmentent la probabilité de découvrir celle-ci.*

Il peut s'agir aussi bien de règles d'action qui orientent la recherche dans une direction ou une autre. Ces connaissances, bien que généralisables, restent associées à une classe de problème. Elles sont mobilisées en situation et peuvent avoir une existence temporaire. En particulier, certaines s'avèrent inutiles quand la reconnaissance de ou des opérations est automatisée. La question de la généralisation ou du transfert de ces règles d'action mobilisées lors de la résolution de problèmes particuliers à d'autres situations reste posée. L'expérimentation n'est pas assez longue pour y répondre. Cette recherche permet toutefois de distinguer plusieurs catégories d'outils, certains très contextualisés, d'autres susceptibles d'être généralisables ou de devenir disponibles pour une classe plus large de problèmes.

L'analyse comparée des textes de bilan individuel des classes témoins de différents niveaux fait apparaître plusieurs résultats convergents.

1. Peu de références au calcul mental dans les bilans individuels des élèves des classes témoins

Les élèves des classes témoins de dernière année de l'école élémentaire n'évoquent pas explicitement un apport du calcul mental à la maîtrise des calculs. Un nombre très faible d'élèves des classes témoins de première année de collège évoque le calcul mental, essentiellement à travers la connaissance des tables. Les rares apports du calcul mental explicités par les élèves des classes témoins de deuxième année de collège, se réduisent à une meilleure maîtrise des calculs. Trois élèves seulement (sur 56) évoquent l'utilité des arrondis ou d'un ordre de grandeur. Ce résultat n'est pas vraiment remis en cause par l'analyse des bilans individuels d'un autre échantillon constitué uniquement de très bons élèves des divers niveaux scolaires. Dans les classes témoins, l'apport du calcul mental est donc finalement peu explicité par les élèves et essentiellement calculatoire.

Par contre, deux élèves sur trois des classes entraînées de dernière année de l'école élémentaire et de première année de collège évoquent l'apport du calcul mental à la résolution de problèmes. Cette proportion est un peu plus faible en deuxième année de collège (un élève sur deux). Si cette évocation révèle un apprentissage spécifique dû à l'ingénierie, il s'agit aussi d'un effet de contrat. Entraînés au calcul mental, habitués à en expliciter les effets, les élèves restituent cette pratique lors des bilans individuels de savoirs.

2. L'émergence d'outils heuristiques dans les classes entraînées

L'apport est tout autre dans les classes où notre ingénierie a été mise en œuvre.

L'analyse des textes produits lors des bilans de savoirs individuels et collectifs débouche sur deux résultats : d'une part un mode d'appropriation de méthodes passant par l'étape du générique, d'autre part l'émergence d'outils heuristiques originaux. Le premier résultat renforce les conclusions du chapitre précédent. Le second est un effet spécifique d'une pratique régulière de calcul mental.

2.2.1. Un mode d'appropriation de méthodes s'appuyant sur des exemples génériques

Certains énoncés explicitent des méthodes de calcul ou des procédures de résolution de problèmes numériques en partie décontextualisées. Ces exemples d'appropriation correspondent aux étapes décrites précédemment. Nous les mettons en évidence et les analysons en mesurant le degré de décontextualisation des formulations produites par les élèves.

Voici trois exemples. Les deux premiers décrivent des éléments de stratégies mis en œuvre lors de la recherche de la solution d'un problème. Le troisième décrit plusieurs méthodes de résolution pouvant être mobilisées lors de la résolution d'une classe de problèmes.

- Exemple 1 :

Avant de trouver le résultat, il faut trouver un ordre de grandeur pour avoir une idée du résultat

ex : 12,2 que l'on arrondit à 10.

- Exemple 2 :

Pour résoudre un problème, il faut trouver le ou les nombres dont on a besoin. Par ex : un marchand vend un chou à 10F pièce, un kg de carottes à 12F.

Combien coûtent 5 choux ?

Le nombre le plus important est celui du chou car il ne faut que le prix du chou pour répondre.

Ces deux énoncés décrivent des outils heuristiques qui ne sont pas directement liés à un contenu précis ou à une classe de problèmes. Ils s'appuient, comme les énoncés intermédiaires de définitions, propriétés ou théorèmes décrits dans le chapitre précédent, sur des exemples génériques inventés ou retrouvés pour l'occasion. Revenons sur un exemple précédemment étudié :

- Exemple n°3 (déjà étudié dans le chapitre précédent) :

Définition de la proportionnalité
Il y a proportionnalité lorsque
sur le tableau les termes de la seconde ligne s'obtiennent en multipliant ceux de la première ligne ***par un même nombre***[25] *: le coefficient* ***(voir exemple). Il y a aussi beaucoup d'autres propriétés qui nous facilitent les calculs.***
Sur un graphique, les points doivent être alignés avec l'origine

[25] Les phrases écrites en caractères gras ont été élaborées pendant le débat.

Nous avons cherché plusieurs problèmes : on pouvait faire des tableaux pour mieux les comprendre.
Mais, *attention un tableau n'est pas toujours un tableau de proportionnalité :*

ex : + —> vérification
3 5 8 3 5 8
× 1,5
2 4 6 2 4 6
+ —>

Avec la propriété d'addition, on pourrait se tromper, mais on peut calculer le coefficient en divisant un nombre par son correspondant ; on trouve 3:2 = 1,5. *Mais 5 : 1,5 n'est pas égal à 4. On sait que 4 x 1,25 = 5 donc ce tableau n'est pas proportionnel.*
On peut le voir plus vite : 4 est le double de 2, son correspondant devrait être 6 le double de 3.
Dans certains calculs nous pouvons nous aider des fractions. Si 4 devient 5, alors 2 doit être multiplié par 5/4 c'est à dire 1+1/4. je cherche 1 fois 2 et 1/4 de 2 (la moitié de la moitié) ça fait 2,5.

Cet énoncé produit collectivement par des élèves à la suite d'un débat expose et illustre grâce à des exemples génériques des méthodes permettant de reconnaître une situation de proportionnalité. Il se rapporte donc à une classe de problèmes. Il traduit ainsi une généralisation mais aussi la nécessité d'illustrer ces méthodes par des exemples contextualisés.

Un débat entre pairs, finalisé par un bilan écrit collectif de savoirs, est un levier déterminant dans la production de ce type d'outils. Les ajouts au texte ci-dessus proposés par les élèves le montrent.

La phrase :

Nous avons cherché plusieurs problèmes : on pouvait faire des tableaux pour mieux les comprendre.

traduit la recherche collective par les élèves, lors du débat, d'exemples de problèmes susceptibles d'être résolus efficacement (calculs rapides et faciles) par des tableaux de proportionnalité. Il s'agit bien d'un travail de catégorisation.

Le contre exemple de tableau de proportionnalité, proposition initiale des deux élèves chargés de rédiger le texte soumis au débat et complétée lors de celui-ci, explicite une difficulté rencontrée collectivement par la classe lors de la quinzaine qui a précédé le bilan. Les élèves ont jugé indispensable d'expliquer comment repérer la non proportionnalité, la donnée brute du tableau n'étant pas assez explicite pour nombre d'entre eux.

Reprenant collectivement l'idée du recours possible à plusieurs procédures de résolution faisant intervenir des registres différents, les élèves développent cette idée (dans l'exemple du tableau de proportionnalité) en étendant le domaine numérique convoqué (recours aux fractions). Par contre, cette généralisation s'accompagne d'un exemple générique illustrant cette nouvelle proposition.

Lors du débat, la confrontation des points de vue se traduit pour un même objet à la fois par une généralisation (recherche de catégorie de problèmes, extension du domaine numérique convoqué) et par un énoncé moins formalisé (recours à des exemples génériques). Les verbalisations des élèves correspondent bien à des compromis traduisant globalement pour tous une généralisation plus importante et pour des élèves particulièrement en difficulté une plus grande formalisation. L'élaboration et l'acceptation par tous d'un énoncé commun de compromis révèlent l'aspect unificateur des verbalisations ainsi produites lors du bilan de savoir et du débat qui l'accompagne.

Je ne détaille pas davantage ce premier résultat car il correspond à une étape dans l'acquisition de l'aspect outil des notions mathématiques très proche de celles étudiées dans le chapitre précédent.

Etudions maintenant un second type d'outils heuristiques dont l'existence est favorisée par une pratique régulière de calcul mental.

2.2.2. Des outils heuristiques originaux apparaissant progressivement du CM_2 à la cinquième

L'analyse des déclarations des élèves des différents niveaux scolaires fait apparaître une gradation dans les apports du calcul mental à la résolution de problèmes.

Tout d'abord, en dernière année de l'école élémentaire, une pratique régulière de calcul mental débouche sur une plus grande aisance et une plus grande rapidité de traitement des opérations lors de la résolution de problèmes numériques.

En première année de collège, l'apport est plus riche : les techniques étant plus sûres, les élèves utilisent le calcul mental d'une part pour prévoir et contrôler leurs résultats *("Pour moi, c'est important de trouver l'ordre de grandeur des opérations car après on peut comparer à son résultat et il faut trouver un résultat très proche de l'ordre de grandeur")*, d'autre part pour faciliter leur recherche, par exemple, en simplifiant les données numériques du problème.

Cet apport est encore plus riche en deuxième année de collège où nous décelons un changement de statut des nombres dans un énoncé de problème : l'élève peut remplacer les données numériques soit par des nombres plus simples (arrondis ou plus petits) soit par des lettres pour trouver plus facilement le raisonnement à effectuer :

« *si dans des problèmes on a des chiffres difficiles, on peut les remplacer par des lettres ou par des nombres plus simples* »

ou bien :

« *quand il y a des nombres compliqués, on les simplifie ; après les avoir simplifiés, on cherche une méthode et lorsque l'on trouve on l'applique aux nombres compliqués.* »

Les données numériques ne sont plus figées, elles peuvent varier, l'accès au modèle est alors plus aisé. Cette prise de distance par rapport aux données numériques rend l'exploration des relations entre ces données plus aisée ; la recherche du modèle sous-jacent au problème en est facilitée. Le calcul mental devient alors un outil de recherche lors de la résolution de problèmes.

L'étude de certaines procédures de résolution mises en œuvre par des élèves de 5^e lors de la résolution d'un problème de division illustre ce propos.

Le problème " des briques " ci-dessous a été proposé dans la classe entraînée de première année de collège ; les stratégies des élèves ont pu être observées à cette occasion.

> *On empile des briques de 0,1 mètre de hauteur pour construire un mur de 2 mètres de haut. Combien de briques empile-t-on les unes sur les autres ?*

Ce problème est en général très mal réussi quand il est posé par écrit. La reconnaissance de l'opération à effectuer ainsi que l'obtention du résultat de l'opération sont deux obstacles importants.

Nos observations montrent que des élèves pratiquant régulièrement des activités de calcul mental s'autorisent à rechercher des procédures de résolution non-standards, à faire des essais, à accepter de faire des erreurs, par exemple :

- *compter combien de fois on doit ajouter 0,1 pour obtenir 2*
- ou bien :

calculer en plusieurs étapes,
- soit le nombre de briques dans une hauteur de 1 mètre, puis de 2 mètres :
0,1 x 10 = 1 donc 20 briques,
- soit la hauteur de 2 briques et donc le nombre de briques :
0,1 x 2 = 0,2 donc 20 briques

- ou encore :

des essais de multiplication de 0,1 par divers nombres pour trouver lequel donnera 2.

Une pratique régulière de calcul mental permet aussi de jouer sur la taille des nombres en simplifiant les données numériques ou en les remplaçant par des lettres. Nous avons par exemple relevé les procédures suivantes :

- traduction par une expression littérale très contextualisée, les lettres évoquant les grandeurs :

B x N ? = N

- ou bien expression du modèle par une phrase

la hauteur d'une brique multipliée par le nombre de briques est égale à la hauteur totale

- ou enfin la transformation des nombres donnés par des nombres plus simples

je remplace par exemple 0,1 par 5 et 20 par 50, alors je sais le faire

La pratique du calcul mental est propice à ce détour éliminant, dans un premier temps, les nombres "difficiles". En effet, pour oser négliger en début de recherche les nombres jugés compliqués, il faut que l'élève ne fasse pas du traitement de l'opération une priorité. Une pratique régulière de calcul mental peut donner cette disponibilité nécessaire à l'appropriation du problème.

Une telle pratique régulière habitue l'élève à ne pas recourir immédiatement aux algorithmes écrits, parfois coûteux, mais au contraire à explorer rapidement différentes voies de calcul. L'exemple précédent peut s'interpréter comme la contextualisation d'une démarche analogue. L'élève met à distance les algorithmes de calcul écrit, explore grâce à une simplification des données d'autres voies de résolution. L'élève peut ainsi davantage adapter ses stratégies aux données numériques.

Est-on en présence d'un transfert ? Les élèves applique-t-il une découverte faite en calcul mental dans le cadre de la résolution écrite d'un problème ?

Certaines déclarations extraites des bilans individuels peuvent le laisser penser comme par exemple :

quand je fais du calcul mental, j'utilise beaucoup de façons pour trouver le résultat. Ma façon dépend beaucoup des nombres ou de la question du problème.

Ce problème a été posé à des élèves d'une autre classe de 6^e. Il est réussi par les « bons » élèves, par contre les élèves moyens ou faibles échouent. Cette échec se révèle dans la démarche suivante. Les élèves pour la plupart reconnaissent un problème de division, ils « posent la division » :

$$\begin{array}{r|l} 2 & 0{,}1 \\ \cline{2-2} & \\ & \\ & \end{array}$$

… Et ne savent pas la résoudre.

Le professeur de la classe a par ailleurs constaté que ce type de calcul quand il est proposé seul, sans énoncé de problème à résoudre, est réussi par la majorité des élèves qui échouent dans le cas évoqué ci-dessus.

Des élèves de la 6^e entraînée sont confrontés à la même difficulté. Certains d'entre eux posent la division. Mais contrairement à leurs pairs, ils ne restent pas « bloqués » grâce aux démarches décrites ci-dessus.

Plutôt que de transfert, je préfère parler d'un double mouvement de généralisation et de contextualisation. Il est possible de décrire les différentes étapes de ce processus. Grâce à une pratique régulière de calcul mental, les élèves des classes entraînées mettent en œuvre des démarches de calcul qui s'adaptent aux données du calcul à effectuer. Ils acquièrent ainsi une compétence, en partie décontextualisée, limitée toutefois a priori au domaine du calcul mental. Ces démarches sont régulièrement explicitées lors des séances de calcul mental. Leur économie et leur efficacité sont soulignées par le professeur comme par les élèves qui les ont mobilisées.

Les bilans de savoirs favorisent une nouvelle explicitation, une nouvelle généralisation. Dans le même temps, ces verbalisations permettent à des élèves qui ne mobilisent pas encore ces démarches de se les approprier grâce notamment à des formulations s'appuyant sur des exemples génériques.

Dans un second temps, ils manifestent dans un autre contexte cette adaptabilité. Celle-ci est à nouveau explicitée. Elle fait l'objet d'une institutionnalisation locale qui sera reprise généralisée et confirmée lors de nouveaux bilans de savoirs.

Dans un premier temps, l'ingénierie a donc permis une explicitation de la part des élèves des apports du calcul mental à la résolution de problèmes. Puis, en les amenant à dépasser les habiletés calculatoires, elle débouche sur de nouveaux apports qui relèvent de l'heuristique dans la mesure où ils aident l'élève à acquérir des procédures de résolution de problèmes numériques.

Un enseignement méthodologique "classique" ne semble pas permettre, du moins à ce niveau de scolarité, de créer un lien entre les apprentissages effectués en calcul mental et ceux relatifs à la résolution de problèmes. Ainsi, les élèves des classes témoins évoquent dans les bilans de savoirs individuels des étapes de résolution indépendantes des contenus : lecture "intelligente" de l'énoncé, tri des données, recherche de l'opération, calcul, vérification en recalculant, rédaction d'une phrase réponse... Ils explicitent d'autre part certaines règles de « bonne conduite du métier d'élève" : bien présenter ses calculs, bien rédiger, réfléchir...

Ces attitudes et compétences sont sans doute importantes pour les apprentissages mais on peut s'interroger sur leur efficacité quand elles ne s'accompagnent pas d'outils mathématiques mobilisables lors de la résolution effective de problèmes.

Les effets de notre ingénierie se situent davantage au niveau de l'activité mathématique de l'élève. En effet, il devient davantage capable d'explorer les relations entre les données d'un problème soit en utilisant des techniques proches de l'algèbre (remplacer des nombres par des lettres et écrire les relations en jeu), soit en jouant sur la taille et la nature des nombres (remplacer par des nombres plus simples, passer des nombres décimaux aux entiers...)

3. Un cheminement cognitif original emprunté par certains élèves en difficulté

Soulignons un autre aspect du phénomène évoqué plus haut. Ces démarches correspondent à un changement de statut des données numériques : elles ne sont plus "figées" mais peuvent varier. Important pour la construction de la représentation de certains problèmes, ce nouveau statut des données numériques peut de plus contribuer à initialiser la notion de variable.

Il y a sans doute là une piste à explorer. Les outils heuristiques précédemment décrits, construits lors de notre expérimentation, pourraient aider les élèves de collège à s'approprier une démarche algébrique. En effet, explorer les relations entre les données d'un problème, remplacer les nombres par des lettres... sont des techniques qui seront, par la suite, utilisées en algèbre, en particulier quand il s'agit de " mettre en équation " un problème. Notre ingénierie serait efficace à un moment bien particulier du cursus et sans doute pour des élèves présentant des difficultés moyennes. En effet, elle doit précéder un enseignement d'algèbre, permettre de donner du sens à celui-ci en s'appuyant sur des exemples de transformations de procédures arithmétiques en procédures " pré-algébriques ". Mais elle ne doit pas intervenir trop tard car une démarche algébrique institutionnalisée en écraserait les effets. En revanche, ce passage peut s'avérer inutile pour des élèves capables de s'approprier rapidement une démarche algébrique.

4. Conclusion

De même que les énoncés intermédiaires permettent à des élèves en difficulté moyenne de dépasser le contexte de l'apprentissage tout en donnant du sens aux énoncés formels, les outils heuristiques décrits précédemment peuvent être interprétés comme une étape dans l'appropriation des méthodes explicitées par le professeur. Celles-ci, grâce aux expériences accumulées lors des activités de calcul mental et à une prise de distance due aux écrits collectifs, se concrétisent tout en gardant un degré de généralisation suffisamment large pour être réutilisables dans des contextes voisins. Ainsi, par exemple, l'expression : « *chercher l'opération* » se transforme en : *« remplacer les nombres par des nombres plus simples pour trouver l'opération* ».

La première correspond souvent à un " geste " vide de sens pour des élèves en difficulté, elle s'avère tout aussi inutile pour des élèves ayant déjà construit un schéma automatique de reconnaissance. Le recours à l'exemple générique comme l'acquisition et la mise en œuvre de démarches « pré-algébriques » se traduisant par la construction d'outils heuristiques constituent donc des étapes intermédiaires du processus de conceptualisation de notions mathématiques. Ces étapes originales semblent nécessaires pour certains élèves en difficulté.

Ce cheminement n'est possible que si certaines contraintes institutionnelles et cognitives sont dépassées. En particulier, cette construction demande du temps ; notre recherche montre que les résultats ne deviennent vraiment significatifs que dans la classe de 5^e de collège, soit donc au bout de deux années de pratique régulière de calcul mental et de production collective de bilans de savoirs écrits.

VIII. UNE COMPREHENSION DIFFERENTES D'EXPRESSIONS MATHEMATIQUES APPAREMMENT BANALISEES

J'ai présenté dans les chapitres précédents des outils susceptibles d'aider des élèves en difficulté à s'approprier des notions mathématiques et des méthodes de résolution de problèmes.

Dans chaque expérimentation, CE_2, CM_2, 6^e et 5^e, les progrès concernent majoritairement des élèves en difficulté moyenne.

Certes, cette appréciation est sujette à discussion dans la mesure où elle repose sur une évaluation globale de ces élèves par les enseignants. Il n'en reste pas moins que les situations spécifiques construites pour aider tous les élèves en difficulté ne semblent profiter qu'à une partie d'entre eux. La répétition de ce phénomène dans le cas de deux ingénieries assez différentes (Butlen, Pézard 1992b, 2003a, 2003b) et concernant quatre années de l'école obligatoire interpelle le chercheur.

L'analyse des données recueillies me permet d'avancer des éléments d'explication qui font intervenir le niveau cognitif des élèves mais aussi leurs représentations.

Les élèves en grande difficulté ne peuvent bénéficier des bilans de savoir ; leurs niveaux cognitifs, trop éloignés de celui de leurs pairs ne leur permet pas de communiquer avec ces derniers. Dans ce cas, un débat productif de savoirs ne semble pas possible pour tous.

Les représentations des élèves sont à prendre en compte, en particulier celles concernant directement l'apprentissage des mathématiques.

Voici un exemple. Il concerne la représentation d'un élève particulier, Rachid, relative au métier d'élève.

Pour évaluer l'effet de certaines situations d'aide, nous avons mené des entretiens individuels avec des élèves de CE_2 (Butlen et Pézard 1992b.) Les élèves doivent notamment effectuer des opérations et répondre à des questions. La question suivante leur est posée : « *que faut-il faire pour être bon élève en mathématiques ?* » Pour les aider, l'expérimentateur leur propose de classer par ordre d'importance les phrases suivantes :

- *faire beaucoup d'exercices,*
- *se faire expliquer ce qu'on n'a pas compris,*
- *bien tenir son cahier,*
- *bien écouter le maître,*
- *etc.*

Ces entretiens ont permis de mieux cerner comment Rachid percevait des phases d'institutionnalisation. Il a fait l'erreur ci-dessous à une multiplication dont le multiplicateur comporte deux chiffres :

63	*3 x 8 = 24 je pose 4 et je*
<u>x 28</u>	*retiens 2,*
144	*2 X 6 = 12 et 2 .... 14*

Le chercheur conduisant l'entretien lui fait remarquer que cette opération doit avoir deux lignes car 28 possède deux chiffres. Il justifie cette remarque en montrant le détail du calcul.

A la question : " *Tu ne te rappelles pas nous avoir entendu expliquer cela ?*", Rachid répond :

> *Quand tu parles ou quand M. ou T., parlent je peux pas écouter, je compte les carreaux ou je souligne...*

Cet élève est le seul à proposer la réponse ordonnée suivante à la question, "*Que faut-il faire pour bien apprendre, pour être bon élève en mathématiques ?*" :

1- Bien tenir son cahier

2- Bien écouter le maître.

3- Se faire expliquer quand on n'a pas compris.

4- Faire beaucoup d'exercices

La conception qu'il se fait de la bonne manière d'apprendre l'amène à se retrouver, dans bien des cas, en difficulté ; en particulier le soin qu'il apporte à la tenue de son cahier l'empêche de bénéficier des phases d'institutionnalisation.

L'enseignant comme les observateurs ne se sont pas aperçus de la manière dont était perçue la règle institutionnalisée. En effet, lors des exercices précédant cette institutionnalisation, comme lors des exercices de réinvestissement qui ont directement suivi, cet élève effectuait apparemment correctement les multiplications, prenant sans doute suffisamment d'indices de surface pour cela.

La réponse de Rachid nous interroge sur certains termes ou expressions utilisés par les professeurs d'école enseignant les mathématiques. Il en est ainsi, du terme *« poser la multiplication »*.

Cette expression décrit un acte technique, un algorithme standardisé comportant différents actions élémentaires n'ayant pas le même sens, n'engageant pas la même activité mathématique. *« Poser la multiplication »* désigne à la fois une disposition spatiale des chiffres à respecter, des calculs mentaux à effectuer dans un certain ordre (mobilisation des tables de multiplication, traitement des différentes retenues), des calculs écrits (notamment une addition). De plus, selon les types d'activité, cet ensemble de tâches élémentaires est licite, voire recommandée (rédaction de la solution d'un problème) ou proscrite (activités de calcul mental).

Rachid accorde davantage d'importance à la disposition spatiale des chiffres et signes qu'aux calculs à effectuer et à leur signification. Il soigne la présentation, il « pose » correctement les chiffres. Il déclare :

> *Je dois bien poser, bien écrire, bien compter ou je me trompe !*

Son contrôle de l'algorithme porte essentiellement sur cet aspect technique. Cela le conduit, lors de l'apprentissage de l'algorithme à ne pas appréhender suffisamment la signification de certaines actions élémentaires. C'est en particulier le cas pour la détermination du nombre de lignes de calcul à effectuer. Celle-ci n'a pas été automatisée. Rachid ne disposant pas des moyens de contrôle nécessaires, ne peut s'en apercevoir. Ces derniers comportent pourtant des indices spatiaux : *« deux chiffres différents de zéros au multiplicateur, deux lignes de calcul à faire »*. C'est leur justification mathématique qui n'a pas été perçue par cet élève.

Ce constat pose la question de l'emploi de certaines expressions apparemment banalisées. On peut penser que Rachid réduit en partie l'expression «*poser l'opération*» à une disposition spatiale. L'expression même contient en germe cette interprétation. Cette réduction fait écho à une représentation plus générale du métier d'élève. Elle est pour une part justifiée par des recommandations fréquentes du professeur, contraint d'attirer l'attention de ses élèves (en général peu « soigneux ») sur le soin à apporter aux écrits. Les deux partenaires n'attribuent toutefois pas la même importance à cet élément. La même expression correspond à des pratiques mathématiques différentes.

Il est difficile pour un enseignant, ne pouvant pas pratiquer des entretiens individuels, de repérer ce phénomène. Certaines pratiques langagières peuvent renforcer les risques de réduction de l'activité mathématique. Il en est ainsi d'autres expressions souvent utilisées par ce professeur et ses élèves comme « *les fois, les plus, les moins* » au lieu de « multiplication, addition, soustraction ». Les premières portent davantage l'accent sur la technique que sur le sens de l'opération.

Cela pose également des questions méthodologiques au chercheur. Comment percevoir la complexité des facteurs conduisant à la création de difficultés durables? Quel type d'observation, de découpage doit-il prévoir pour mettre en évidence des moments ou se crée de la différenciation ?

Je reviens sur ces questions dans la dernière partie de cette note de synthèse.

IX. CONCLUSION

J'ai présenté dans ces divers chapitres les résultats de plusieurs recherches centrées sur les apprentissages numériques d'élèves de l'école élémentaire et du début du collège.

J'ai montré que l'on peut mettre en évidence et provoquer par un enseignement adapté, basé sur le renforcement et l'enrichissement des verbalisations des élèves, des étapes dans le processus de conceptualisation de certaines notions mathématiques. Ces étapes correspondent à la production d'énoncés mathématiques intermédiaires entre l'exemple très contextualisé et l'énoncé formel. Il s'agit d'énoncés de définition, de règles ou de propriétés plutôt formalisées et accompagnées d'un exemple générique.

L'hypothèse émise à l'origine des recherches centrées sur les élèves en difficulté, scolarisés notamment en ZEP est validée. Un renforcement des verbalisations des élèves dans le cadre de l'élaboration de bilans collectifs de savoirs a un effet unificateur et formalisateur. Cet effet dépend toutefois de contraintes cognitives et médiatives. Les échanges entre élèves de niveaux cognitifs différents se traduisent par la production d'écrits mathématiques ou de méthodes intermédiaires. Les difficultés des élèves ne leur permettent pas d'emblée de s'approprier et donc d'accepter des énoncés formels. Cette généricité favorise toutefois les apprentissages d'élèves en difficulté. Ils accèdent ainsi explicitement à une étape originale entre action et conceptualisation.

D'autres recherches étudient les rapports entre habiletés calculatoires et résolution de problèmes. J'ai exposé deux résultats principaux. Le premier porte sur l'accélération du processus d'automatisation de la reconnaissance d'une opération arithmétique intervenant dans un problème arithmétique standard. Cette accélération est due à une plus grande maîtrise de techniques opératoires standardisées ou non, acquise grâce à une pratique régulière de calcul mental. Le second résultat concerne l'apparition d'outils heuristiques transitoires appropriés à la résolution de certains problèmes numériques. Grâce à une pratique régulière de calcul mental et à un travail réflexif et collectif sur ces activités, les élèves prennent conscience de la nécessité d'utiliser certains moyens de contrôle mais aussi de s'approprier certaines démarches de résolution susceptibles d'accroître la probabilité de découvrir la solution du problème. L'une d'entre elles consiste à faire varier les données numériques intervenant dans le problème. La mise en évidence de cette démarche pré algébrique me semble ouvrir des perspectives intéressantes pour l'apprentissage de l'algèbre en début de collège. Je reviendrai sur ce point dans la cinquième partie de cette note de recherche.

Ces étapes intermédiaires semblent davantage profiter aux élèves en difficulté. Toutefois, tous ces élèves n'en profitent pas. Ce sont plutôt les élèves en difficulté moyenne qui produisent les énoncés intermédiaires ou mobilisent les outils heuristiques évoqués ci-dessus. Le rôle du débat entre pairs, mis en place lors de bilans de savoirs finalisés par la production d'un écrit collectif est déterminant dans cette production. Les élèves en trop grande difficulté ne semblent pas pouvoir bénéficier de ces débats. Ce constat soulève des questions méthodologiques.

Pour conclure cette partie consacrée aux recherches centrées sur les apprentissages des élèves , résumons quelques pistes de travail que nos recherches ont permis de dégager.

Diversifier les types d'intervention

J'ai constaté à maintes reprises que le contact avec un élève particulier pouvait s'établir sur un thème mathématique donné. Certains se réconcilient avec les mathématiques en se valorisant au cours d'activités de calcul mental ; d'autres deviennent attentifs quand on évoque les conditions historiques de la découverte de certains concepts mathématiques ; quelques-uns enfin découvrent les mathématiques grâce au dessin géométrique. Dans chaque cas de figure, l'élève a éprouvé du plaisir en faisant des mathématiques.

Ce plaisir peut être dû à la pratique mathématique elle-même ou au pouvoir qu'elle confère. Ainsi, un élève en échec fréquent qui peut à l'occasion d'un calcul mental exposer une procédure originale et reconnue comme économique cherchera à retrouver cette impression valorisante. Cette recherche de pouvoir ou de valorisation assez fréquente chez les garçons scolarisés en ZEP peut être une piste à exploiter. Si l'élève comprend que les mathématiques en particulier et le savoir en général lui confèrent un pouvoir ou un contrôle sur le monde qui l'entoure, son rapport à l'école peut en être modifié.

Cela permet également au professeur d'avoir des « alliés » dans la classe sur lesquels il pourra s'appuyer pour enseigner.

La diversité des cheminements cognitifs que nous avons constatée nous conduit à penser que l'enseignement doit proposer un environnement mathématique suffisamment riche, organisé autour des notions à acquérir durant l'année. Il s'agit avant tout de permettre aux élèves d'accumuler des expériences variées, de revenir dessus, d'échanger avec leurs pairs et débattre sur des savoirs.

J'ai constaté que la mise en place de cet environnement mathématique ne se fait que si des conditions propres aux pratiques professionnelles des enseignants sont remplies (Butlen, 2004b). En effet, la prise en compte de la diversité des cheminements cognitifs des élèves s'accompagnent d'une diversification de pratiques pour le professeur. Cela m'a amené à étudier les pratiques des professeurs d'école. Ces recherche sont exposées en troisième partie.

4.2. Des connaissances indispensables qui ne sont pas toujours enseignées

Certaines activités sont indispensables à des apprentissages futurs. Elles mettent en jeu des connaissances qui ne sont pas toujours reconnues comme des savoirs à enseigner par l'institution scolaire. Briand (1994) a montré que c'était le cas pour l'énumération. Les élèves en difficulté issus de milieux socialement défavorisés ne peuvent bénéficier d'un environnement familial et culturel prenant en charge ces apprentissages en lieu et place de l'école.

C'est aussi le cas pour le calcul mental ; une pratique régulière de calcul mental favorise certains de ces apprentissages souvent implicites.

Prenons les exemples de l'apprentissage de la numération écrite avec des mots - certains la désignent sous l'expression "numération orale" - et du passage de la numération de position chiffrée à la numération orale.

Ces deux systèmes fonctionnent différemment[26]. Les règles d'écriture et de lecture ne sont pas les mêmes. L'enfant de CP doit apprendre en même temps les deux systèmes et

[26] *Le système de numération de position chiffrée* en base dix, utilise les dix chiffres : 0, 1 , ..., 8 , 9. Il suffit d'écrire dans le bon ordre les chiffres 2, 4, 6 et 9 pour désigner le nombre 2469. La position du chiffre indique l'exposant de la puissance de dix correspondant.
$2469 = 2 \times 10^3 + 4 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 9 \times 10^0$
Les opérations implicites sont des multiplications et des additions. L'ordre est évidemment indispensable à l'écriture et à la lecture des nombres dans ce système (d'où son nom). Ce système permet d'écrire sans ambiguïté tous les nombres entiers avec 10 chiffres seulement.
Le système de numération orale (ou encore écrite avec des mots) est un système polynomial. Dans ce système, nous écrivons le nombre 2469 : « Deux mille quatre cent soixante-neuf ». Les mots ne désignent pas les mêmes objets, certains désignant des coefficients multiplicatifs de la puissance de la base, d'autres désignant les puissances de la base correspondante et d'autres encore désignant une concaténation des deux. Les opérations

acquérir des automatismes. Il doit penser 80 et donc « voir » les chiffres 8 et 0 en « entendant» quatre-vingts.

Les manuels scolaires prévoient de nombreuses activités propices à l'exploration des règles de la numération chiffrée : activités de groupements et d'échanges, étude de « compteurs », etc. En revanche, l'apprentissage des règles de la numération écrite avec des mots est souvent plus succinct : les activités permettant d'en découvrir les règles de fonctionnement et les exceptions sont plus rares. En fait, l'activité scolaire la plus fréquente est la dictée de nombres. L'élève doit alors apprendre et explorer, en même temps qu'il doit les restituer, les règles qui permettent de traduire dans l'un des systèmes l'écriture d'un nombre écrit dans l'autre système. Non seulement l'apprentissage de la numération orale n'est pas assez systématisé, mais il semble même relever pour une large part d'apprentissages effectués dans un cadre extra scolaire.

Le risque d'acquisitions fragiles et incomplètes est alors très grand. Si l'école ne prend pas en charge ces apprentissages, l'existence de milieux culturels différents peut conduire à des inégalités et devenir source de difficultés cognitives réelles.

Des élèves de CP écrivent fréquemment 420 au lieu de 80 en entendant quatre-vingts, puis cette erreur s'estompe les années suivantes. L'élève semble avoir acquis les deux écritures de manière différente et traduire automatiquement l'une dans l'autre. Les enseignants peuvent alors être rassurés ; l'apprentissage semble durable. Toutefois, beaucoup reproduisent plus tard cette erreur dans le cadre de l'apprentissage des « grands nombres » : ils écrivent souvent (mais pas systématiquement) 2000420 pour 2000080 (deux millions quatre-vingts).

J'expose dans un ouvrage de synthèse des exemples d'activités capables de s'inscrire dans une pratique de calcul mental et visant ces apprentissages spécifiques (Butlen, 2004b). Les élèves issus de milieux modestes ne bénéficient pas de certains enseignements et ne peuvent donc pas toujours combler les manques ainsi occasionnés. C'est le cas pour la numération, pour certains calculs mais aussi pour d'autres enseignements tels que les changements de cadres ou pour l'ancrage des connaissances nouvelles dans les connaissances anciennes.

4.3. Adapter les situations au public de ZEP

Des recherches restent à mener en didactique des mathématiques pour adapter les situations proposées par les manuels scolaires aux élèves de ZEP. Celles-ci ont été souvent inspirées par des ingénieries ou des innovations expérimentées dans des classes non situées en ZEP. Il s'agit de ne pas se limiter a priori dans le choix des situations, mais de montrer qu'il est possible, tout en gardant leur richesse, de les modifier pour ce public. Cette adaptation doit être guidée par la prise en compte de plusieurs critères explicitement définis.

Citons quelques exemples de critères guidant l'adaptation de situations construites pour un public standard (complexité, durée, découpage et planification des tâches) ou la mise en place de situations élaborées pour prévenir certaines difficultés spécifiques (contexte, lien entre connaissances anciennes et connaissances nouvelles) ou y remédier.

---

implicites sont aussi des multiplications et des additions. Localement nécessaire, l'ordre correspond davantage à une nécessité sociale qu'à une nécessité mathématique. Contrairement au système précédent, il n'est pas possible d'écrire tous les nombres entiers car il faut une infinité de mots pour désigner la suite infinie des puissances successives de 10. Il faut alors inventer une nouvelle règle permettant de générer ces mots.

La durée et le degré de complexité des situations : lors d'entretiens que nous avons menés avec des professeurs débutants (Butlen, Masselot, Pézard, 2003), ces derniers reprochent souvent à la formation initiale de proposer des situations faites pour des classes standard. En effet, ces situations sont souvent issues ou inspirées par des ingénieries didactiques construites à l'occasion de recherches testées dans des classes « ordinaires » : il convient par conséquent d'aider ces professeurs à se doter des outils intellectuels indispensables à l'élaboration d'un enseignement tenant compte des spécificités de leur public, afin de leur donner possibilité de proposer des situations assez complexes pour que la notion abordée puisse prendre du sens mais assez simples aussi pour que les élèves puissent mobiliser les connaissances nécessaires à leur engagement dans l'activité prescrite.

Le découpage de la tâche : dans les pratiques dominantes du genre majoritaire observé, nous avons souvent relevé un découpage quasi systématique de la tâche de l'élève en tâches élémentaires les plus simplifiées possible. Si les activités algorithmisées se justifient dans les phases d'entraînement, les situations d'apprentissage, notamment de notions nouvelles, doivent laisser à l'élève une part d'initiative - un temps de recherche réel, en particulier.

Le contexte des situations : elles peuvent être choisies dans des contextes variés non nécessairement proches du vécu des élèves contrairement à une pratique assez répandue, notamment en ZEP. Cette pratique se fonde sur l'idée que le choix d'un contexte proche du vécu des élèves va faciliter la dévolution du problème en montrant l'utilité des mathématiques dans la vie courante, mais nous avons pu constater à plusieurs reprises qu'elle a des effets pervers (Ngono B., 2003). Les élèves se situant dans un domaine de rationalité autre que les mathématiques, l'enseignant se trouve confronté à une difficulté supplémentaire due à son défaut d'anticipation : incapable le plus souvent de résister aux malentendus créés, il ne réussit pas à revenir au problème mathématique initial.

L'ancrage du nouveau dans l'ancien : les élèves de ZEP doutent souvent autant de leurs capacités potentielles que de leurs compétences déjà acquises. Des phases de rappels plus nombreuses et plus régulières (Perrin-Glorian, 1993, Butlen, Pézard, 2003) permettent alors de rassurer les élèves, de leur donner des repères et de les aider à prendre du recul par rapport à leurs connaissances. Il s'agit de mettre en relation les différentes activités tout en ancrant les connaissances nouvelles dans les connaissances anciennes.

Ces différentes pistes de travail constituent de nouveaux sujets de réflexion et de recherche ; ils concernent l'enseignement des mathématiques aux élèves en difficulté mais aussi la formation initiale et continue des enseignants.

TROISIEME PARTIE : ANALYSE DE PRATIQUES DE PROFESSEURS DES ECOLES NOVICES, DEBUTANTS OU EXPERIMENTES ENSEIGNANT LES MATHEMATIQUES

Cette partie a trait aux diverses recherches que j'ai menées sur les pratiques enseignantes. Elles sont de deux types. Une première recherche porte sur l'analyse de pratiques effectives de professeurs d'école débutants ou confirmés enseignant les mathématiques en ZEP/REP. Deux autres travaux contribuent à l'analyse de la formation des pratiques des professeurs d'école. Il s'agit d'une part de l'analyse de difficultés liées à l'appropriation et à la maîtrise de gestes professionnels attachés à un enseignement de mathématiques en formation initiale et d'autre part de l'analyse de stratégies de formation mises en œuvre par différentes catégories de formateurs lors de situation centrées sur l'analyse de pratiques effectives de professeurs novices. Ces différentes recherches apportent des éléments nouveaux relatifs à l'organisation des pratiques des professeurs d'école.

Cette partie renvoie pour une large part à des recherches récentes. Ces travaux constituent dans une certaine mesure l'aboutissement de recherches effectuées dans les années précédentes concernant les apprentissages des élèves et les pratiques enseignantes. J'ai donc éprouvé le besoin de préciser davantage mon propos, d'apporter des éléments détaillés validant mes résultats. Les analyses sont donc décrites de manière plus fine et plus précise que celles de la partie précédente.

Au chapitre un, je développe les questions qui sont à l'origine de ces recherches ainsi qu'une problématique générale. J'expose ensuite les cadres théoriques et méthodologiques dans lesquels ces travaux s'inscrivent. J'y précise notamment ce que j'entends par gestes professionnels et routine, comment j'adapte à mon objet de recherche le concept de genre emprunté à Clot (Clot, 1999). J'expose une catégorisation des pratiques des professeurs d'école s'appuyant sur quatre dimensions intervenant dans l'organisation de ces pratiques. Je précise notamment comment gestes et routines permettent de rendre compte des genres et constituent un autre point de vue pour aborder l'organisation des pratiques des professeurs d'école. Cette entrée est davantage locale dans la mesure ou elle permet de décrire comment les stratégies globales des enseignants catégorisées à l'aide des quatre dimensions ci-dessus se contextualisent dans l'activité quotidienne du professeur.

Les chapitres suivants sont consacrés à la présentation des trois recherches évoquées ci-dessus.

Les deux premiers chapitres sont consacrés à la présentation des résultats d'une recherche effectuée en collaboration avec d'autres chercheurs[27] et portant sur l'analyse de pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en ZEP/REP. J'ai, dans ce cadre, plus particulièrement étudié les pratiques de professeurs nommés dès la sortie de l'IUFM dans des écoles de ZEP/REP regroupant des élèves issus de milieux particulièrement défavorisés.

Au chapitre deux, je rappelle tout d'abord les contradictions auxquelles sont soumis les professeurs observés (débutants ou plus anciens). Je catégorise ensuite ces pratiques en utilisant trois des dimensions définies au premier chapitre.

Au chapitre trois, j'analyse en détail plusieurs gestes professionnels et routines mobilisés par ces enseignants débutants. Ces exemples me permettent d'illustrer les liens qu'entretiennent les gestes et les routines avec les catégories de pratiques définies au chapitre précédent.

[27] Ont participé à cette recherche Monique Pézard (IUFM de Créteil), Masselot Pascale (IUFM de Versailles) et une équipe de didactique des mathématiques de l'IUFM de Rouen comportant notamment Marie-Lise Peltier-Barbier et Bernadette Ngono.

Au chapitre quatre, j'expose les résultats d'un premier travail portant sur l'analyse des pratiques professionnelles effectives des professeurs d'école stagiaires en formation initiale.

J'étudie dans un premier temps des exemples de difficultés rencontrées par ces maîtres novices lors de la réalisation de trois grands processus participant de l'activité du professeur : dévolution, régulation et institutionnalisation. J'analyse ces difficultés comme le résultat d'une maîtrise insuffisante de gestes professionnels. Ce travail porte davantage sur la réalisation par des professeurs novices de projets d'enseignement limités dans le temps que sur l'élaboration de ces projets. Il s'agit d'étudier les difficultés rencontrées lors de leur mise en actes effective. Inscrits partiellement dans un genre ou un style d'enseignement, les professeurs stagiaires ne se sont pas encore appropriés les modes de mise en œuvre des projets d'enseignement correspondant. Soumis à des tensions, voire à des contradictions, les réponses apportées sont souvent en partie inadaptées et sources de difficultés.

Dans un deuxième temps, j'interprète ces difficultés comme des conséquences d'une recherche d'équilibres, de compromis entre différents types de contraintes relevant des domaines cognitif, médiatif, social, institutionnel ou personnel. Ces équilibres encore fragiles et en construction s'accompagnent de manques, de stratégies de substitution qui peuvent se traduire par des malentendus entre professeur et élèves ou par un surcroît de fatigue dans l'exercice du métier.

J'analyse dans un troisième temps comment les différents maîtres observés investissent les marges de manœuvres qui leur restent au-delà des contraintes auxquelles ils sont assujettis. J'utilise pour cela des éléments de catégorisation définis au premier chapitre.

Au chapitre cinq, je mets en regard les deux séries de résultats exposés dans les trois chapitres précédents. Cette analyse permet de préciser encore les rapports existants entre les résultats obtenus à partir des deux points de vue local et global adoptés pour décrire l'organisation des pratiques.

Au chapitre six, je présente les résultats d'une étude de stratégies de formation mises en œuvre par des formateurs lors de situations de formation centrées sur l'analyse de pratiques effectives de professeurs d'école stagiaires. Il s'agit de contribuer à l'analyse de grands principes qui sous-tendent les conseils pédagogiques prodigués par ces formateurs mais aussi des savoirs professionnels transmis à cette occasion. Ces principes dépendent de la catégorie professionnelle du formateur (professeurs d'école polyvalent ou professeur d'IUFM spécialiste des mathématiques.) Cette recherche constitue donc une contribution à l'étude des genres de formateurs de mathématiques des professeurs d'école. Elle permet également d'éclairer comment ces formateurs interviennent dans la constitution et la transmission des genres des professeurs d'école.

En conclusion, la mise en relation des résultats de ces diverses recherches permet de préciser les contraintes qui pèsent sur les professeurs d'école débutants (stagiaires ou en tout début de carrière) et de comprendre comment certains d'entre eux peuvent investir les marges de manœuvre qui leur restent. Cette mise en perspective débouche sur des questions de formation et sur des pistes de recherche qui seront développées dans la quatrième et dernière partie de cette note de synthèse.

I. CADRE THEORIQUE et PROBLEMATIQUE DE LA RECHERCHE

Comme je l'ai souligné en introduction à cette note de synthèse, mes recherches ayant trait aux pratiques professionnelles des professeurs d'école ont été initialisées par des questions plus générales ayant trait à la formation initiale des enseignants du premier degré d'une part, à l'enseignement des mathématiques à des élèves de milieux défavorisés d'autre part.

1. Cadre théorique et méthodologie générale des recherches

Ces recherches s'inscrivent dans la problématique très générale des liens entre enseignement et apprentissage. Je souhaite notamment contribuer à élucider ces liens dans le cas particulier de l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire dans des zones dites sensibles (REP/ZEP) par des professeurs polyvalents.

J'étudie l'activité du professeur pour deux raisons : mieux comprendre la formation des pratiques, mieux comprendre l'effet de ces pratiques sur les apprentissages des élèves. Les activités de l'élève et celle du professeur sont étroitement liées. J'analyse les protocoles de séances observées en centrant mon regard sur le professeur, non seulement sur son projet d'enseignement mais sur la manière dont il le met en œuvre. Je fais l'hypothèse que l'activité du professeur n'est pas uniquement déterminée par l'activité des élèves ; elle répond à des contraintes qui peuvent être indépendantes du public auquel le maître s'adresse. Clot (Clot et Soubiran, 1998) considère « l'activité en cours » du professeur comme une réponse dirigée par un triplet : les élèves, lui-même et l'objet de l'activité. Elle dépend de l'activité présumée des élèves, des autres activités du professeur (de son état) et du contenu à enseigner. Il parle à ce propos de « conflit structurel » qui ne peut connaître que « des solutions transitoires ». Il définit donc « l'activité en cours » dans un premier temps comme « le rapport entre l'occupation » (l'objet du cours) et des « pré-occupations » (les échanges à propos de cet objet). Je reprends cette idée de conflit en la situant dans un cadre plus large. Je montre que les professeurs doivent gérer, en classe et au quotidien, des tensions ou des contradictions qui ont certes à voir avec les trois éléments précédents mais qui sont aussi dues à des facteurs sociaux et institutionnels.

Pour étudier l'activité du professeur, j'ai étudié l'activité du professeur en centrant mon regard sur trois processus particuliers : dévolution, régulation et institutionnalisation. Les travaux de didactique des mathématiques s'inscrivant dans le cadre de la théorie des situations ont montré l'importance des processus de dévolution et d'institutionnalisation pour les apprentissages des élèves (Brousseau, 1987). Il m'a semblé nécessaire d'étudier aussi les diverses régulations que le professeur met en œuvre afin de réaliser son projet. Ces régulations sont évidemment liées aux deux processus précédents. Je fais d'ailleurs l'hypothèse que ces régulations sont cohérentes et constituent en soi un autre processus rejoignant ainsi les travaux de Sensevy.

J'ai adopté deux points de vue pour analyser l'organisation des pratiques des professeurs d'école.

Le premier point de vue correspond à une approche globale des pratiques. J'ai caractérisé la (ou les) stratégie(s) globale(s) d'enseignement adoptée par les professeurs. Les régularités interpersonnelles mais aussi intrapersonnelles repérées m'ont alors amené à catégoriser les pratiques enseignantes observées. Ce regard porté sur l'activité du professeur a nécessité la construction d'une grille d'analyse des pratiques. J'ai pour cela défini des indicateurs qui ont permis de définir des catégories de pratiques de professeur d'école enseignant les mathématiques en ZEP.

J'ai ainsi caractérisé les régularités repérées. Toutefois, afin de confirmer l'inscription des pratiques d'un professeur donné dans une catégorie, il m'a paru indispensable d'identifier les modes de réalisation au quotidien de ses choix et de ses stratégies. J'ai pour cela adopté un point de vue plus local. J'ai découpé l'activité du professeur en activités élémentaires que j'appelle routines ou gestes professionnels.

J'ai mis en œuvre cette double approche lors de recherches portant sur deux types de publics d'enseignants : les professeurs d'école enseignant les mathématiques en ZEP et les professeurs novices en formation initiale.

L'analyse des pratiques d'éléments appartenant au prémier public a permis de préciser les liens entre gestes, routines et catégories de pratiques. L'analyse des seconds a contribué à identifier des conditions de formation des pratiques enseignantes en étudiant notamment les modes d'acquisition des gestes et routines en question. Cette seconde recherche se propose de définir activités élémentaires en étudiant les difficultés rencontrées par des professeurs novices lors de leur réalisation. Je mets en évidence des manques dont j'essaie d'évaluer les effets éventuels sur les mathématiques proposées aux élèves mais aussi sur l'économie du professeur. Je pense ainsi avoir contribué à définir par défaut des gestes professionnels du professeur d'école enseignant les mathématiques. Je définis plus loin ce que j'entends par manque.

J'ai donc procédé à deux types d'approches : une approche globale des pratiques observées qui débouche sur une catégorisation et une approche analytique qui permet de décrire comment le professeur réalise au quotidien sa stratégie à l'aide de gestes et routines. Ces derniers caractérisent une catégorie de pratiques. Les gestes et routines professionnels mis en évidence directement dans la première recherche permettent de valider l'inscription d'une pratique dans une catégorie donnée, identifiée par ailleurs à l'aide d'une autre méthodologie. Les gestes et routines définis par défaut dans la seconde recherche permet d'émettre des hypothèses sur la formation de ces catégories de pratiques.

Ces travaux permettent aussi de mieux comprendre comment des professeurs stagiaires en formation initiale mais aussi des professeurs d'école débutants ou plus expérimentés investissent les marges de manœuvre qui leur restent. Pour cela, j'ai précisé certaines contraintes qui s'exercent sur les professeurs d'école, et j'ai mis en évidence des régularités dans les pratiques observées relatives à l'enseignement des mathématiques.

Pour mieux cerner certaines des contraintes auxquelels sont assujettis les enseignants, mes travaux s'appuient sur des résultats de recherches en didactique des mathématiques ayant trait aux élèves en difficulté (Perrin-Glorian 1992, Butlen et Pézard 1992b). En particulier, la mise en évidence de cercles vicieux contribuant au renforcement des difficultés des élèves (Perrin-Glorian, 1992) et accompagnant certaines pratiques permet de prévoir les effets potentiels de ces dernières sur les apprentissages des élèves concernés.

Afin de rendre compte de la complexité de la réalité étudiée et comme je l'ai souligné à propos de mes travaux relatifs aux apprentissages des élèves en difficulté, j'ai été amené à emprunter des éléments à divers cadres théoriques. Ainsi mes travaux s'inscrivent toujours dans le cadre général de la didactique des mathématiques mais ils prennent aussi en compte des résultats de recherches en ergonomie cognitive et en didactique professionnelle ayant trait notamment à la formation des pratiques professionnelles.

Les diverses analyses menées mettent en évidence des différences entre "les mathématiques à enseigner" définies par les textes officiels et "les mathématiques proposées aux élèves" par les enseignants. Plusieurs facteurs interviennent pour expliquer ces différences. Certains sont liés à la nature des savoirs, aux transpositions effectuées et relèvent donc d'études épistémologiques et anthropologiques ; d'autres relèvent des élèves. D'autres enfin concernent les enseignants, autrefois considérés dans les analyses didactiques comme maillons quasi-transparents entre les savoirs et les élèves.

Pour cerner les différences entre mathématiques proposées et mathématiques effectivement fréquentées par les élèves, j'utilise les travaux de Leplat (Leplat et Hoc 1983, Leplat 1997) développés par Rogalski (2000) qui soulignent et étudient les différences entre tâche prescrite, tâche attendue, tâche effective et entre tâche et activité, tant du côté de l'élève que de celui du maître.

Les analyses didactiques ayant pour objet central d'étude l'enseignant se sont largement développées depuis plusieurs années. Elles mobilisent des cadres théoriques différents : théorie des situations, approche anthropologique, double approche didactique et ergonomique notamment. C'est dans ce dernier courant que ce travail s'inscrit en contribuant à décrire les pratiques effectives des enseignants considérés comme des professionnels exerçant un métier.

En m'appuyant notamment sur les travaux de Pastré (1996), je reprends à mon compte l'idée que les pratiques mettent en jeu deux systèmes de pensée, l'un issu de l'action, l'autre issu de connaissances, qui interagissent, se complètent mais peuvent aussi entrer en compétition, voire en contradiction.

Des recherches en ergonomie et des travaux de didactique (de différentes disciplines) ou de sciences de l'éducation, notamment ceux de Robert (2001), Goigoux (2002), et de façon plus implicite ceux de Blanchard Laville et Nadot (2001), mettent en évidence trois caractéristiques essentielles des pratiques enseignantes : leur grande complexité, leur cohérence et leur cohésion.

De nombreux facteurs interviennent dans les pratiques effectives des enseignants et rendent difficiles leur étude mais j'admets l'hypothèse que les régularités à la fois intrapersonnelles et interpersonnelles et les modes de singularisation de ces dernières sont la manifestation d'une cohérence en germe en formation, en construction chez les débutants ou stabilisée après quelques années d'exercice.

Pour à la fois accéder à la complexité et être sensible à la cohérence des pratiques, j'utilise, en l'adaptant au public et à ma problématique, une méthodologie d'analyse des pratiques des professeurs proche de celle proposée par Robert et Rogalski (2002). Cette méthodologie consiste à lire les pratiques de l'enseignant à partir d'observations de classe, de transcriptions, à partir de cinq "composantes" : une composante cognitive, une composante médiative, une composante personnelle, une composante sociale et une composante institutionnelle.

La composante cognitive concerne l'organisation des savoirs, à court, moyen ou long terme, prévue par l'enseignant, les scénarii associés, les itinéraires cognitifs prévus pour les élèves. Elle concerne également les mathématiques potentiellement ou effectivement pratiquées pendant la classe. Il est nécessaire pour l'étudier de recueillir des informations à la fois sur le projet de l'enseignant (fiches de préparation, ressources pédagogiques, etc.) et sur sa mise en œuvre (observations transcriptions, productions d'élèves).

Dans la composante médiative, les auteurs précédement cités regroupent plusieurs éléments.

Le discours du professeur et les modes d'interactions en classe des différents acteurs à propos à la fois de contenus mathématiques et de comportements en précisant comment l'enseignant organise dans sa classe les médiations entre les élèves, lui et le savoir (dévolution des tâches, discours d'accompagnement, modalités d'aides, prise en compte des élèves).

La composante personnelle comporte les éléments concernant les conceptions des professeurs sur les mathématiques, l'enseignement et l'apprentissage. L'histoire personnelle du professeur en tant qu'élève, stagiaire, professeur titulaire, du moins celle qui peut être reconstituée sans faire appel aux outils de la psychanalyse, en fait partie. Cette composante regroupe également des éléments relatifs aux conceptions du professeur sur le public auquel il s'adresse (niveau de compétence supposé, connaissances et comportements attendus, apprentissages envisagés, etc.)

La composante sociale contient des éléments de réponses à des questions posées par l'environnement social de l'école. Divers travaux (Bourdieu et Passeron, 1970, Charlot, Bautier et Rochex 1992, Lahire 1993) ont montré que la réussite scolaire des élèves était liée à l'origine socio-économique et culturelle des élèves. D'autres recherches ont mis en évidence des caractéristiques du rapport au savoir et du rapport à l'école entretenus par des élèves de quartiers défavorisés. L'influence de ces facteurs culturels et sociaux reste toutefois relativement difficile à cerner.

Dans la composante institutionnelle, je répertorie ce qui semble être des effets sur les pratiques des diverses contraintes institutionnelles. Les pratiques des maîtres sont marquées par les institutions des différents niveaux de la hiérarchie du système éducatif : le ministère de l'éducation nationale (programmes, horaires, projets divers, etc.), l'Académie (politique rectorale des REP), la circonscription (moyens, encadrement, valorisation éventuelle de certaines écoles), le REP (projet spécifique, équipe éducative, formation), l'école et son équipe pédagogique (poids de la direction, choix des manuels scolaires, présence de structures d'aide spécialisée, stabilité et ouverture de l'équipe pédagogique), la classe (nombre d'élèves, qualité des locaux, matériel disponible).

Des indicateurs relevant de ces cinq composantes permettent de catégoriser les pratiques observées. Je prends ainsi en compte les contraintes et les marges de manœuvre existantes. J'ai réorganisé ces indicateurs de manière à ce qu'ils rendent compte de la part prise, dans l'exercice quotidien du métier, par les aspects enseignement et éducation de la profession. Il s'agit non seulement de recomposer les différentes logiques des pratiques observées mais aussi de rendre compte de leur fréquence. La catégorisation ainsi obtenue rend compte de la manière dont j'ai adapté le concept de genre emprunté à Clot.

Les composantes sociale et institutionnelle permettent d'approcher la manière dont les enseignants assument et négocient leur assujettissement aux contraintes sociales et institutionnelles. Par cette négociation implicite, chaque professeur se détermine ainsi une certaine marge de manœuvre. L'investissement de cette marge se définit à l'aide d'éléments relevant des trois premières composantes (cognitive, médiatique et personnelle). Cette méthodologie permet d'analyser comment, sous ces contraintes, les professeurs élaborent des itinéraires cognitifs pour leurs élèves ainsi que la manière dont ils interagissent avec eux tant au niveau du savoir que des comportements. Certains de ces choix sont éclairés en se référant à des éléments de leurs conceptions sur leur rôle, le public auquel ils s'adressent, les mathématiques, etc.

A partir de ces diverses composantes, j'esquisse l'environnement dans lequel sont mis les élèves, notamment l'environnement mathématique. Je cerne les conditions et les modalités de fréquentation et d'appropriation des mathématiques qui sont proposées. Afin de définir l'environnement mathématique mis en place par le professeur, Je m'intéresse aux situations proposées aux élèves. Quels sont les problèmes posés. Quel est leur degré de complexité ? Quelles sont les exigences du professeur ? Quelles aides apporte-t-il ? Plus généralement, quelles activités mathématiques sont proposées et réalisés par les élèves ?

J'étudie également les savoirs en jeu dans l'enseignement de ces professeurs. Quels sont les connaissances mobilisées ? Quels sont les savoirs institutionnalisés ? Sous quel forme ? Quels sont les élèves concernés ?

Le cadre méthodologique que je viens de préciser permet de restituer la cohérence et la complexité des pratiques des professeurs d'école lorsqu'ils enseignent les mathématiques dans les REP. Ces pratiques sont lues comme des réponses à des contradictions auxquelles les professeurs se trouvent confrontés.

2. Une catégorisation des pratiques enseignantes prenant en compte quatre dimensions

Je reprends la définition des pratiques donnée par Robert et Rogalski (2001) :

> *nous utilisons le mot pratiques pour désigner tout ce que l'enseignant met en œuvre avant, pendant, et après la classe (conceptions activées au moment de la préparation des séances, connaissances diverses, discours mathématique et non mathématique pendant la classe, gestes spécifiques, corrections de productions d'élèves etc.).*

Afin de dépasser un simple diagnostic ou une analyse trop pragmatique des régularités observées dans les pratiques, j'ai essayé d'interpréter les résultats en termes de genre et style, concepts empruntés à Clot (1999).

2.1. Le genre et le style dans les travaux de Clot

L'activité en cours a selon lui une double nature : elle est dirigée, située, toujours singulière et non réitérable mais elle est aussi :

> *la recréation d'activités qui la préfigurent.*

Elle est à la fois un donné et un créé, résultat d'une double mémoire qui sert « à prédire »et qui a à voir avec les genres et styles particuliers.

Une première mémoire qu'il définit comme

> *subjective et personnelle, qui désigne tous les « invariants opératoires et relationnels qui organisent ou pré-organisent l'action.*

Reprenant les travaux de Berthoz A., il s'agit d'une :

> *mémoire pour l'avenir faite de connaissances conceptuelles mais également d'un certain nombre de gestes possibles, une gamme sédimentée de techniques intellectuelles et corporelles tramées dans des mots « à soi », le tout formant un canevas « prêt à agir*[28] *»*

Faisant un parallèle avec les études de Bakhtine sur le langage, notamment sur la signification des mots pour soi, pour autrui, il précise que le geste d'un enseignant donné est bien à lui mais dans

[28] Y. CLOT, MADRURAN M., (1998) *Prendre la classe une question de style*, Société Française n°12/13 p. 85

l'individualisation et la stylisation des techniques du corps éventuellement différentes en circulation dans le métier[29].

Cette mémoire n'est pas seulement

un attribut psychologique interne de la personne de l'enseignant

mais cette mémoire personnelle entretient des rapports avec une seconde mémoire qualifiée «*d'impersonnelle* » et de « *générique* » :

les antécédents de l'activité en cours ne se résument pas à la mémoire personnelle qui fait du professeur non seulement un acteur mais un sujet. Il y a des antécédents sociaux de l'activité en cours, une deuxième mémoire, cette, fois objective et interpersonnelle qui donne sa contenance à l'activité en situation : manières de se tenir, manières de s'adresser, manière de commencer une activité et de la finir, manières de la conduire efficacement à son objet[30].

Il analyse le témoignage d'un professeur qui déclare devoir choisir, au début d'un cours entre plusieurs scénarii possibles, faisant intervenir différents gestes. Pour Clot, le canevas personnel disponible pour l'action n'est qu'une appropriation personnelle d'un canevas impersonnel partagé par les agents d'un même milieu professionnel.

Ils appartiennent au genre du métier - préfabriqué, stock de "*mises en actes, et de "mises en mot" prêts à parler* "[31]. Il précise :

C'est aussi une mémoire pour pré-dire. Un pré-travaillé social. Cette mémoire, on peut la définir comme un genre d'activités conditions initiales de l'activité en cours, préalables de l'action. Pré-activité. Abrégé proto-psychologique disponible pour l'activité en cours. Donné à recréer dans l'action, ces conventions d'actions pour agir sont à la fois des contraintes et des ressources. Elles ont le caractère d'un prémédité social en mouvement qui ne relève pas de la prescription officielle. Il existe des types d'activités socialement organisées par un milieu professionnel au travers desquels le monde de l'activité personnelle s'accomplit, se précise, dans des formes sociales qui ne sont pas fortuites, ni d'un seul instant, qui ont une raison d'être et une certaine pérennité.

Autrement dit, le genre, n'est rien d'autre que le système ouvert des règles personnelles non écrites qui définissent, dans un milieu donné l'usage des objets et l'échange entre les personnes.

Il permet donc de travailler avec les autres membres de la profession.

Cette approche du genre ne permet toutefois pas de catégoriser les régularités repérées dans les pratiques effectives des professeurs d'école enseignant en REP.

---

[29] Y. CLOT, MADRURAN M., (1998) *Prendre la classe une question de style*, Société Française n°12/13 p. 85

[30] Y. CLOT, MADRURAN M., (1998) *Prendre la classe une question de style*, Société Française n°12/13 p. 85

[31] Y. CLOT, MADRURAN M., (1998) *Prendre la classe une question de style*, Société Française n°12/13 p. 85

2.2. Une adaptation du concepts de genre

Dans la recherche sur les gestes professionnels de professeurs novices, j'ai repéré des manques qui pourraient correspondre à la construction inachevée de la mémoire impersonnelle et générique définie par Clot. Par contre, nos observations de pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP font apparaître différents types de pratiques qui semblent laisser supposer l'existence d'une variété de genres professionnels. Les variantes évoquées par Clot, résultats soit d'une éventuelle crise identitaire, soit du style propre de l'enseignant ne semblent pas permettre de rendre compte de ce phénomène. En effet, comme nous le verrons au chapitre suivant, confrontés à des contraintes semblables, des professeurs d'école semblent apportées des réponses très distinctes qui dépassent les adaptations singulières. Elles ne peuvent se réduire au style personnel de ces enseignants. A contrario, des professeurs ayant des représentations assez différentes sur les missions de l'école élémentaire, sur les mathématiques et leur enseignement semblent toutefois partagées des pratiques communes.

Les pratiques observées en REP semblent notamment se distinguer par la manière dont les professeurs remplissent deux missions essentielles de l'école élémentaire : l'enseignement de contenus disciplinaires d'une part, l'éducation du futur citoyen d'autre part. Nous verrons dans le chapitre consacré à cette étude que ces enseignants sont soumis à différentes contradictions qui pour plusieurs recoupent cette dualité. Les réponses différentes qu'ils apportent déterminent leur inscription dans une catégorie donnée de pratiques.

2.2.1. Deux missions essentielles de l'école élémentaire, deux dimensions des pratiques du professeur d'école

La polyvalence comme la formation de l'enfant en tant que futur citoyen est un élément qui distingue les professeurs d'école des autres enseignants.

Cette double fonction d'enseignant et d'éducateur du métier de professeur des écoles fait institutionnellement partie intégrante de la définition du métier. J'ai illustré par différents exemples ce propos dans la première partie de cette note de synthèse. Dès la création de l'école publique, certains textes relatifs à la formation des instituteurs, représentatifs d'une doxa, exposent comment l'instituteur, dans son enseignement des mathématiques, doit prendre en compte certains aspects d'une mission éducative plus générale. L'introduction massive d'exercices depuis les années 80, dans les chapitres des manuels consacrés spécifiquement à un enseignement méthodologique de résolution de problèmes d'exercices ne faisant peu ou pas du tout intervenir de notions mathématiques peut s'expliquer en partie par une volonté d'éduquer le futur consommateur.

Il en est de même de certains passages du référentiel de compétences régissant la formation initiale actuelle des professeurs d'école comme en témoigne ce paragraphe introductif à l'énoncé des compétences minimales exigibles en fin de formation[32] :

[32] Un référentiel de compétences en fin de formation initiale a été rédigé par le Ministère de l'Education Nationale lors de la mise en place des IUFM. Ce texte a pour objet de définir, en direction des centres de formation, les attentes de l'employeur.
« *Au regard de ce référentiel, sont ici précisées les compétences professionnelles qui doivent être acquises ou consolidées pendant le temps de formation du futur professeur des écoles.*
Cet ensemble de compétences constitue ainsi un référentiel de fin de formation initiale : il indique en effet les objectifs prioritaires à atteindre pendant la formation et détermine le minimum exigible pour un professeur des écoles débutant. Ces compétences se compléteront et s'affirmeront avec l'exercice du métier et le soutien de la formation continue. »

Le professeur d'école est un maître polyvalent, capable d'enseigner l'ensemble des disciplines dispensées à l'école primaire, il a vocation à instruire et éduquer de la petite section de maternelle au CM2, il exerce un métier en constante évolution.

J'ai défini des critères permettant de caractériser les différentes régularités interpersonnelles et intrapersonnelles repérées dans nos études. Ces régularités correspondent à des dimensions différentes des pratiques des professeurs d'école.

J'ai ainsi défini trois dimensions qui rentrent dans la constitution de ce que Clot appelle le genre d'une classe de situation et garder l'idée de style personnel de l'enseignant. J'interprète davantage ce dernier comme un moyen de décrire les modes d'investissement par un individu particulier des marges de manœuvres qui lui restent.

Quand il analyse un entretien avec un professeur de philosophie Clot décrit un canevas de scénarii possibles qui sont à la disposition du professeur et parmi lesquels il va in situ choisir (Clot et Soubiran, 1998). Ce canevas serait selon lui à la fois une création personnelle et générique. Je me propose de préciser ce canevas pré-existant à la fois en mémoire personnelle et en mémoire impersonnelle et générique.

Les variantes que j'ai repérées dans les diverses recherches évoquées ci-dessus semblent suffisamment stables, cohérentes et partagées par suffisamment d'individus pour permettre de supposer l'existence de plusieurs mémoires impersonnelles et génériques. Plus précisément, tout semble se passer comme si le genre du métier pouvait se subdiviser en plusieurs genres selon l'aspect du métier que l'on considère. Une autre manière d'aborder cette question est celle de la définition des situations d'enseignement à l'école élémentaire. Elles semblent plus complexes que celle des autres niveaux d'enseignement dans la mesure où il s'agit à la fois d'instruire et d'éduquer des enfants. Je distingue plusieurs types de situations d'enseignement des mathématiques à l'école primaire. Les unes sont davantage marquées par l'enseignement de notions mathématiques, les autres répondent davantage à une mission éducative. Il est évidemment très difficile de séparer dans une même situation ces deux aspects du travail du professeur. En associant un ou des genres aux situations d'enseignement et un ou des genres aux situations d'éducation, je peux rendre compte des régularités interpersonnelles observées dans les pratiques des maîtres de REP.

Je précise ainsi la définition de l'activité et plus précisément de l'activité dirigée donnée par Clot quand il utilise l'expression « *genre et style de l'activité*[33]» (La fonction psychologique du travail, PUF, p.9). Cette dernière est liée à la taille du découpage de la réalité effectuée par le chercheur. Les exemples travaillés par Clot (pilote d'airbus, tailleur de pierre) ne lui imposent pas d'effectuer le même découpage. De même l'analyse de l'activité du professeur de philosophie de terminale de lycée ne lui impose pas de prendre en compte la fonction d'éducateur. Tout au plus, doit-il pour préciser le style personnel de cet enseignant prendre en compte deux genres : « *le genre pédagogique et le genre syndical* ». Le style serait justement un mode de gestion au quotidien des situations associées à ces deux genres. L'activité du professeur d'école enseignant les mathématiques est double : il instruit et il éduque. Ces deux activités sont associées à deux dimensions différentes du genre que nous

[33] Page 30 du même ouvrage Clot semble ne pas toujours distinguer genre et situation : « Moyen d'action pour chacun, le *genre* n'en est pas moins histoire d'un groupe et mémoire impersonnelle d'un milieu de travail. On dira parfois simplement *genre*, pour abréger. Mais il s'agira toujours des activités attachées à une situation, des manières de « prendre » les choses et les personnes dans un milieu donné.

désignerons par : I(instruction)-genres et E(éducation)-genre[34]. Les premiers sont en nombre limités et se singularisent en e-genres. Nous en donnerons des exemples au chapitre deux.

Afin de mieux prendre en compte le poids des contraintes auxquels sont assujettis les professeurs d'école, j'ajoute une troisième dimension aux deux précédentes : l'ordre du métier. Cette dimension est constituée des caractéristiques communes à toutes les pratiques des professeurs d'école.

J'ai élaboré avec Peltier-Barbier les notions de E-genres et de I-genres pour établir une catégorisation des pratiques des professeurs d'école enseignant des mathématiques en REP. J'ai conçu la d'ordre du métier pour analyser plus particulièrement les pratiques des professeurs d'école débutants ou novices.

Je retiens également l'idée d'interdépendance entre genre et style, le style personnel de l'enseignant caractérise en situation la manière dont il met en œuvre les règles et normes de la profession, dont il répond aux contraintes auxquelles il est assujetti. Il traduit notamment chez les débutants les modes d'appropriation de savoirs pragmatiques (au sens de Pastré, 2002) et de gestes professionnels existant dans le milieu professionnel. J'étends cette interdépendance aux trois dimensions du genre précédemment définies. J'analyse au chapitre cinq les liens qu'elles entretiennent entre elles à propos de gestes et routines professionnelles particuliers.

Précisons ce que recouvrent les quatre dimensions ainsi définies.

2.2.2. L'ordre du métier de professeur d'école

Il ne peut se définir uniquement en prenant en compte le seul enseignement des mathématiques mais relève davantage d'un ensemble de régularités dépassant les disciplines.

Toutefois, j'étudie comment cet ordre se contextualise à travers l'enseignement des mathématiques et dans quelle mesure il est marqué par celui-ci. Il semble être le système de réponses commun des enseignants du premier degré à certaines contraintes incontournables. Le respect de ces contraintes s'imposerait à tous les individus qui exercent dans la durée le métier de professeur d'école. Je distingue plusieurs types de contraintes : institutionnelles (curricula, respect des droits de l'enfant, contenus et organisations mathématiques privilégiés dans les programmes de l'école, etc.), cognitives (gestion des changements d'activités, obstacles ontologiques, développement de l'enfant, etc.), médiatives (occupation respective du temps de parole, attitude de travail, respect de certaines règles de vie de classe.)

Ces réponses communes à l'ensemble des professeurs d'école constituent un ensemble de règles de fonctionnement partagées par l'ensemble de la profession. Elles peuvent présenter certaines variations qui me semblent relever du style. En effet, les marges de manœuvre de chaque maître sont alors très étroites.

2.2.3. Des I-genres[35]

Ils constituent eux aussi des systèmes différents de réponses cohérents et stables aux contraintes qui pèsent sur les enseignants. Peu nombreux, ils sont définis par les grandes

---

[34] Dans l'article : *Nommés en REP, comment font-ils ? Pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP. Contradictions et cohérence,* Revue Française de Pédagogie n°140, Paris 41-52 Butlen D., Peltier-Barbier M.L., Pézard M. (2002a), nous appelons respectivement genres dominants les I-genres et styles de classe de mathématiques les E-genres. Ces termes étant source de confusion, j'ai jugé préférable de créer de nouveaux mots.

[35] Les I-genres désignent ce que nous avions appelé dans un premier temps des genres dominants. Le I rappelle la fonction d'instructeur du professeur d'école

conceptions des maîtres relatives aux apprentissages scolaires (contenus disciplinaires, notamment mathématiques) et à leur enseignement.

Nous avons distingué des indicateurs qui relèvent des composantes cognitive, médiative et institutionnelle. Il en est ainsi du recours plus ou moins fréquent à des problèmes, des places respectives accordées au collectif et à l'individuel, de la place laissée à l'initiative des élèves, des modes d'étayage mis en œuvre régulièrement. Ce sont autant d'indicateurs qui permettent de cerner chaque genre.

2.2.4. Des E-genres

Au-delà des I-genres précédemment définis, nous avons montré dans la recherche menée sur les pratiques des PE enseignant en REP que les maîtres observés créent des environnements mathématiques et des modes de vie et de travail dans la classe de statuts très différents. Cela nous conduit à définir ce que nous avons appelé dans un premier temps des styles de classe de mathématiques. Afin d'éviter toute confusion avec le style personnel, j'ai adopté le terme de E-genre. Les E-genres semblent être la trace visible de l'adaptation personnelle du professeur au milieu dans lequel il exerce. Cette dimension permet une nouvelle caractérisation de la cohérence des pratiques effectives d'un enseignant. Il s'agit en effet d'un résultat de la recomposition des trois composantes personnelle, médiative et cognitive. Ces e-genres traduisent les parts respectives accordées par le professeur d'école aux apprentissages disciplinaires et à l'éducation du futur citoyen. Plus généralement ils sont marqués par les conceptions du professeur relatives aux rapports entre instruction et éducation, entre apprentissages disciplinaires et socialisation de l'élève, entre apprentissages pluridisciplinaires et apprentissages mathématiques. Ils font intervenir les représentations de l'enseignant sur les grandes missions de l'école primaire. Les conceptions de l'enseignant relatives à la double fonction instruction/éducation se traduisent dans les scénarii mis en œuvre, dans les itinéraires cognitifs proposés aux élèves comme dans les interactions entre élèves et professeur. Le e-genre permet donc de restituer la manière dont un enseignant réalise le i-genre. J'ai constaté de fortes régularités interpersonnelles dans la réalisation d'un même i-genre par des professeurs différents. Cela m'a amené à ne pas les attribuer au seul style personnel et à définir une autre dimension afin de rendre ainsi compte d'une cohérence partagée par certaines pratiques observées. Cette organisation de permet donc de décrire la manière dont un i-genre peut se singulariser en e-genre sans aller jusqu'à prendre en compte toutes les caractéristiques de l'individu mais en restant au niveau de caractéristiques partagé par les éléments d'un groupe de professionnels.

2.2.5. Le style personnel de l'enseignant

Reprenant les travaux de Bakhtine, Clot définit le style d'un professionnel comme étroitement lié au genre, ce dernier ne se construit pas contre lui ou indépendamment mais est :

> *toujours situé à l'intérieur du genre ou, plus exactement, au point de collision entre les genres qu'il fait jouer les uns sur les autres de manière diversifiée selon les moments.*

Le genre est inachevé, il se réalise grâce au style dans la situation. Le style permet à l'individu, dans l'action quotidienne de mettre en œuvre des règles inscrites dans le genre, de les recréer mais aussi de les renouveler. Le style est l'ensemble des modalités qui permet à un individu particulier de s'approprier les règles du ou de genres afin d'agir.

De ce fait le style permet à l'individu de prendre de la distance par rapport aux deux mémoires précédemment évoquées. Il s'en affranchit tout en restant « *sujet de sa mémoire* *personnelle* » et « *agent de sa mémoire impersonnelle*[36] ». J'interprète cet affranchissement relatif comme une manière pour un individu d'investir les marges de manœuvres qui lui restent.

Je reprends à mon compte certains rapports établis par Clot entre genres et styles en les adaptant aux dimensions que nous venons de définir. La part de recréation personnelle est a priori plus importante dans le I-genre que dans le E-genre dans la mesure où le premier fait davantage intervenir dans sa définition les représentations personnelles de l'enseignant. Elle est encore plus réduite dans le cas de l'ordre du métier.

Toutefois dans chaque dimension, l'individu particulier non seulement s'approprie les gestes, connaissances et représentations associés mais les transforme pour agir. Son activité tout en restant une œuvre personnelle s'inscrit dans un format commun à un groupe de professionnels. Je montre que pour chaque dimension, il existe plusieurs systèmes de règles et de normes possibles. Chaque système possède une cohérence interne et ne rentre pas en contradiction avec le système de réponse correspondant aux deux autres dimensions. Le style personnel de l'enseignant est sans doute ce qui lui permet de concilier ces différentes appartenances.

<table>
<tr><td rowspan="7">↓
↓
↓
Contraintes
↓
↓
↓</td><td>Style Personnel du Professeur</td><td colspan="2">Caractéristiques individuelles du professeur d'école</td><td rowspan="7">↑
marges de manœuvre
↑
↑
↑</td></tr>
<tr><td>E-Genre</td><td>Conceptions relatives aux
Missions éducatives de l'école</td><td>Apprentissages disciplinaires/ éducation du citoyen
Polyvalence
Socialisation
Autonomie de l'élève</td></tr>
<tr><td>I-Genre</td><td>Conceptions relatives aux apprentissages disciplinaires</td><td>Place des problèmes
Collectif/individuel
Réussite/apprentissage
Gestion du temps</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Ordre du Métier</td><td>Contraintes épistémologiques</td><td>Organisation des savoirs à enseigner</td></tr>
<tr><td>Contraintes institutionnelles</td><td>Curricula,
Règlements généraux du système éducatif</td></tr>
<tr><td>Contraintes cognitives</td><td>Développement de l'enfant</td></tr>
<tr><td>Contraintes médiatives</td><td>Communication
Attitudes de travail</td></tr>
</table>

Les flèches indiquent que les contraintes sont de plus en plus fortes et que la diversité des réponses apportées est de plus en plus réduite selon qu'elles relèvent de l'ordre, des I-genres ou des E-genres.

[36] au sens de Clot.

3. Un découpage de l'activité du professeur en gestes professionnels et routines

Je vais maintenant définir deux autres objets intervenant dans nos analyses de pratiques enseignantes : les gestes professionnels et les routines. Le premier objet est une construction personnelle qui permet de décrire des composants élémentaires de l'activité du professeur ; le second constitue une première composition de ces gestes constituant des modes d'action en partie implicites et automatisées (Butlen, 1997a, 2004a, Butlen et Masselot 2001). Ces termes sont employés dans de nombreux cas sans que pour autant le sens en soit précisé. Ils me servent à étudier certaines difficultés rencontrées par des professeurs d'école en formation initiale lors de la mise en œuvre des projets d'enseignement limités dans le temps. Ils servent aussi à analyser les pratiques de professeurs d'école débutants enseignant en REP (Butlen 2002a, 2004a) ou ailleurs (Butlen et Masselot, 2001a).

3.1. Gestes professionnels et routines attachés à un enseignement de mathématiques

Qu'est-ce qu'un geste professionnel attaché à un enseignement de mathématiques à l'école élémentaire.

Je définis les gestes professionnels comme des activités élémentaires participant de l'activité du professeur d'école. J'ai retenu ce terme pour décrire des activités élémentaires permettant à un enseignant de réaliser effectivement, en temps réel, son projet, notamment d'interagir avec ses "vrais" élèves, d'adapter plus ou moins consciemment ses préparations en fonction de la conjoncture, de prendre des décisions... Ces activités ne sont pas toujours explicitées, elles sont en partie automatisées et se construisent avec l'expérience professionnelle. La manière dont l'enseignant fixe les valeurs des différentes variables d'une situation lors de l'élaboration de son projet, les choix qu'il effectue à ce moment et la manière dont il va négocier avec les élèves ces valeurs lors de la mise en actes effective du projet, sont deux exemples de gestes professionnels qui participent des processus de dévolution et de régulation.

Ces gestes peuvent s'organiser en routines visant alors la réalisation cohérente mais souvent implicite d'un ensemble de tâches.

J'ai fait le choix de m'intéresser plus particulièrement aux pratiques de ces maîtres en tant qu'enseignant de mathématiques. Je suis conscient qu'une part importante de la fonction de professeur d'école échappe à une définition prenant directement en compte les contenus à enseigner dans la mesure où son intervention est polyvalente. L'hypothèse d'une certaine cohérence de pratique rend vraisemblable l'existence de régularités dans les mises en actes d'un professeur d'école qui dépassent les différents champs disciplinaires enseignés. Ces régularités peuvent concerner par exemple la gestion globale du temps (organisation de la journée, de la semaine, répartition effective entre les temps de travail, d'écoute, d'inaction, de détente, répartition des différentes disciplines), la gestion des moments de transition entre différents enseignements disciplinaires, la gestion des interventions métacognitives visant d'éventuels transferts ou généralisations ou encore l'installation dans la classe d'un habitus (règles générales de travail, modes de travail, règles du métier d'élève...)

Il est vraisemblable que le caractère polyvalent du métier de professeur d'école n'est pas sans effet sur les pratiques mathématiques de ces maîtres (recherche INRP, 1997) mais il me paraît intéressant de cerner d'autres gestes, davantage liés à un enseignement de mathématique.

Je précise dans les paragraphes qui suivent ce que j'entends par gestes et routines, ce qui les caractérisent et ce qui les distinguent. Au chapitre trois, je présente plusieurs exemples de routines mises en œuvre par deux professeurs de ZEP débutants. Au chapitre quatre, j'analyse des difficultés liées à une non maîtrise de certains gestes par des professeurs novices tenus de mettre en œuvre des projets d'enseignement limités dans le temps.

3.2 Des caractéristiques communes aux gestes et routines

Exposons dans un premier temps un ensemble de caractéristiques communes aux routines et aux gestes professionnels. Dans un second temps, nous expliciterons comment les gestes professionnels s'organisent en routines.

3.2.1 Une organisation invariante de l'activité du professeur

L'analyse des différentes observations de séances comme les entretiens que nous avons menés avec les professeurs concernés ont permis de mettre en évidence des régularités intra personnelles. Elles se caractérisent par une succession d'actions nécessaires à la réalisation par le professeur d'un ensemble organisé de tâches ou un type de tâches (étayage de formulations orales, prise et tri d'informations sur les procédures des élèves, etc.).

3.2.2 Une suite d'actions et de décisions

Tout se passe comme si les actions produites par le professeur, l'étaient dans un temps très court, suite à une évaluation très rapide de la situation, sans effort apparent de réflexion. Les observations comme les déclarations des l'intéressés le confirment. Les différentes actions semblent s'enchaîner d'elles-mêmes. Le professeur n'a pas besoin de réfléchir à leur succession. Les décisions prises ne nécessitent pas une prise d'informations importante sur le travail des élèves de la part du professeur. Ces constats rejoignent d'autres constats déjà effectués à propos de l'expertise (Tochon, 1993).

3.2.3 Une mobilisation de connaissances de différents types

De même, le professeur ne convoque pas consciemment les connaissances en réponse au problème à résoudre ; elles semblent immédiatement disponibles. Bien que variées, ces connaissances semblent être pré organisées, reliées entre elles. La convocation d'une connaissance donnée implique la convocation d'autres en fonction de la situation et du but finalisant le ou les gestes mis en œuvre.

Il peut s'agir des connaissances mathématiques nécessaires à l'interprétation des productions des élèves, de connaissances relatives à la communication (entre élèves, entre adulte et élèves). Le professeur utilise également des connaissances relatives aux élèves de sa classe. Les compétences des élèves, diagnostiquées à différentes occasions, prennent une part importante dans la conduite des interactions.

Gestes et routines reposent aussi sur des certitudes basées sur des représentations comme le montre ce témoignage de Sébastien, un professeur dont nous analyserons un exemple de routines liée au processus d'institutionnalisation (cf. chapitre trois, partie trois).

> *« Pendant les mises en commun , je parle trop mais c'est difficile pour les élèves. On affiche, il y a un rapporteur mais c'est souvent pauvre... Quand c'est riche, j'ai l'impression que ça ne profite qu'aux bons élèves. »*

3.2.4 Adaptabilité

Le professeur semble s'adapter aux changements de surface de la situation, changements qui ne remettent pas suffisamment en cause l'activité des élèves pour en changer la nature (objet, but, organisation générale). Ainsi tel professeur pourra moduler son aide en fonction des difficultés rencontrées par les élèves durant une recherche individuelle mais celle-ci portera toujours sur des aspects techniques de l'activité (cf Sébastien, partie 3, chapitre 3).

De même, le même professeur lors des phases de synthèse ne pouvant prévoir dans le détail ce que va dire ou ne pas dire l'élève interrogé devra interprèter rapidement les quelques mots prononcés. Il les replacera dans le cadre des observations faites précédemment. Il les complètera afin d'énoncer une phrase compréhensible par les autres élèves.

Pour être efficaces, les gestes et routines doivent donc pouvoir s'adapter à des conditions locales, de surface, non déterminantes pour le fonctionnement du professeur et des élèves. Nous verrons au paragraphe quatre que cette adaptabilité caractérise pour une grande part la maîtrise des gestes. Elle renforce leur stabilité.

3.2.5 Une grande part d'implicite

Une fois maîtrisés ces gestes et routines deviennent transparents pour le professionnel. Ils deviennent difficiles à expliciter. Leur transmission aux débutants se fait davantage sur le mode de la monstration et du compagnonnage. Ainsi, un profesesur débutants que j'ai observé a pris conscience lors d'entretiens qui ont suivis les observations de ses routines. Il n'était pas capable d'expliciter ou du moins d'isoler ces modes de faire pour les faire partager, par la parole, à des collègues. Cela rejoint une propriété déjà soulignée par Pastré (2002) à propos des concepts pragmatiques.

3.2.6 Des activités élémentaires finalisées par des buts et sous buts

Les caractéristiques précédentes ne suffisent pas à caractériser gestes et routines. Ces activités constituent des unités finalisées par la réalisation d'un but, éventuellement de sous buts. Ces buts ont à voir avec l'activité (projetée ou réelle) de l'élève. Ainsi, la routine de gestion des synthèses que nous développerons au chapitre trois vise l'explicitation, la reconnaissance et l'acquisition par les élèves de la classe d'une procédure experte. Chaque geste participant de cette routine est lui-même finalisé par un but pouvant se décliner en sous buts : repérer et évaluer les productions des élèves, trier les erreurs dont l'explicitation est susceptible de renforcer la compréhension individuelle et collective, assurer la diffusion de l'information, justifier le choix de telle procédure, etc.

La finalité de l'activité s'ajoute aux autres caractéristiques précédentes pour définir et distinguer les gestes et les routines.

Ce découpage de l'activité de l'enseignant me semble pertinent pour décrire à la fois une suite d'actions finalisées du professeur, les connaissances mobilisées à cette occasion et pour les mettre en relation avec l'activité correspondante de l'élève. Un découpage plus restreint correspondant par exemple à : « prononcer une phrase » ou bien « interroger un élève » ou encore « écrire une phrase au tableau » ne le permettrait pas.

3.3. Des gestes organisés en routines

Comme nous le verrons dans les exemples détaillés par la suite, les gestes professionnels ne sont pas indépendants les uns des autres. Ils peuvent s'organiser et s'articuler entre eux. Ils constituent alors ce que j'appelle des routines qui permettent au professeur de gérer un ensemble de situations finalisées.

Comme les gestes, une routine n'implique pas rigidité ou sclérose. Ce terme permet de décrire un ensemble de comportements se répétant régulièrement. En particulier, une routine, pour perdurer, doit pouvoir prendre en compte des perturbations locales.

Les propriétés précédentes sont communes aux gestes et aux routines. Qu'est-ce qui les différencie ?

La routine est constituée d'activités plus élémentaires qui peuvent être réalisées indépendamment les unes des autres : les gestes. Chacun correspond à la réalisation d'un type de tâches particulier et permet la réalisation d'un but. Dans notre analyse, ils apparaissent tous finalisées par la réalisation d'un même but : celui de la routine. Ce sont donc des gestes professionnels distincts qui participent de la réalisation d'une même activité.

Une routine nous renseigne sur la stratégie globale du professeur, identifiée éventuellement à l'aide d'autres indicateurs (cf, partie 3, chapitre 2). Elle nous semble être l'unité de l'activité du professeur la plus petite qui nous permet de l'identifier (au moins partiellement). Un geste isolé ne donne pas assez d'informations pour cela. Il pourrait être mobilisé par un professeur qui met en œuvre un autre type de stratégie. Il peut aussi être convoqué par d'autres routines.

Ainsi l''un des gestes qui intervient dans le second exemple de routine mise en œuvre par le professeur évoqué précédemment (cf partie 3, chapitre 4), l'étayage des formulations des élèves est caractéristique de cette distinction. L'analyse isolée des parts respectives prise par le professeur et les élèves lors de la formulation des différentes procédures lors des synthèses pourrait laisser penser que le professeur assure à la place des élèves la plus grande part des formulations, qu'il les prive, en anticipant sur leurs difficultés, de cette partie importante de l'activité. Par contre, une mise en relation de cet étayage avec l'ordre des procédures formulées et l'analyse effective des procédures des élèves permet de reconstituer la stratégie du professeur lors de la synthèse. Cette analyse croisée met en évidence un compromis réalisé dans l'action. L'étayage comme l'organisation des formulations lui permet de mettre en relation l'activité mathématique projetée (prévue, potentielle) et les activités réellement réalisées par les élèves.

Les différentes propriétés que nous venons de lister sont proches de celles permettant de caractériser un schème (Vergnaud, 1990). Geste et routine peuvent s'interpréter en ces termes.

3.4. Une liste de tâches et de gestes associés

J'ai mis en évidence dans la recherche ayant très aux pratiques de professeurs novices (chapitre 4, partie 2) divers types de gestes professionnels et de routines associés à trois processus de dévolution, régulation et institutionnalisation constitutifs. Je liste ci-dessous les types de tâches qui sont associés à ces gestes professionnels.

Toutefois, nous verrons par la suite les notions de geste et de routines ne se réduisent ni au type de tâches qu'ils permettent de réaliser, ni aux techniques (Chevallard, 1999) mises en œuvre lors de cette réalisation. Les gestes professionnels et les routines correspondent à deux découpages de l'activité du professeur d'école. Je m'intéresse effectivement aux tâches ou types de tâches qu'ils permettent de résoudre et aux techniques et connaissances mobilisées à cette occasion mais j'aborde cette question de deux points de vue : celui du sujet en recherchant des régularités intra personnelles dans les pratiques observées et celui du professeur comme membre d'un groupe professionnel en mettant en évidence des régularités interpersonnelles. Le premier point de vue m'amène à rapprocher les notions de gestes et routines de la notion de schèmes ; le second me conduit à m'intéresser aux modes transmission de ces gestes et routines et donc à m'interroger sur la formation des pratiques.

Cette double approche me distingue d'autres approches françaises, notamment de l'approche praxéologique (Chevallard 1999).

3.4.1. Les gestes professionnels participant du processus de dévolution

Je me suis intéressés en particulier à deux types de tâches intervenant dans ce processus : la prescription de la tâche à réaliser (par l'élève) et la mise en place (par le professeur) des conditions indispensables à la réalisation de cette tâche.

Il est parfois difficile de distinguer ces deux aspects souvent très imbriqués. J'essaie toutefois de distinguer l'énoncé par le professeur de la tâche (souvent émis sous forme de consigne) du discours et des actes l'accompagnant et qui ont pour but de s'assurer de la compréhension effective (par l'élève) de la tâche à réaliser. Ainsi, je peux être amené à décrire les énoncés produits par le professeur (ou par les élèves) dans le but de prescrire la tâche à réaliser comme les simulations de la réalisation de cette tâche qui peuvent accompagner ces énoncés. La dévolution des conditions de réalisation de la tâche prescrite peut s'analyser en terme d'organisation par l'enseignant du milieu de la situation proposée. Je fais référence en cela à plusieurs travaux français portant sur la notion de milieu et de structuration de ce milieu : Brousseau (1987, 1990), Brousseau et Centeno (1991), Margolinas (1995, 1998, 1999) ou Perrin-Glorian (1999). Toutes les décisions relatives au choix des valeurs des variables de la situation (lors de la réalisation du projet mais aussi lors de la mise en œuvre effective de celui-ci) interviennent également dans ce type d'activités.

3.4.2. Les gestes professionnels participant du processus de régulation

Les moments de régulation comportent des activités de différents types parmi lesquelles j'ai retenu la gestion dans l'action des variables de la situation, le recueil d'informations sur l'activité des élèves, la gestion des aides individualisées (étayage) lors des phases de recherche des élèves accompagnée du traitement de certaines erreurs, la gestion des comportements des élèves résistant aux changements d'activités, de contrat ou de statut des connaissances en jeu.

Plus généralement lors de moments consacrés plus particulièrement à la régulation, le professeur d'école doit maintenir certains équilibres. Son activité consiste alors à prendre des décisions et à les mettre en œuvre. On peut ainsi considérer l'activité qui consiste à maintenir ou rétablir des attitudes de travail de la part des élèves (attention, écoute...). Lorsque les élèves sont engagés dans des activités de recherche, le professeur doit maintenir un équilibre entre certitude et incertitude. Les élèves doivent pouvoir penser que leur recherche va déboucher sur la solution tout en ne sachant pas à l'avance comment faire (Brousseau, 1987). De même, le professeur doit maintenir un certain équilibre temporel entre les différents types d'activités proposées aux élèves. Roditi (2004) a mis ainsi en évidence un principe de clôture respecté par les professeurs de mathématiques enseignant en sixième des collèges.

> *« Les liens qui structurent les savoirs mathématiques font que certains contenus ne peuvent être introduits dans une séquence indépendamment les uns des autres. Ainsi, en déterminant ceux qui seront abordés dans une séance (séquence) les professeurs prennent en compte ces liens de telle manière que des objets mathématiques reliés seront soit exclus ensemble, soit traités ensemble. »*

Enfin, les maîtres doivent adapter le scénario prévu en fonction de contraintes conjoncturelles, tout en restant fidèles au projet initial.

3.4.3. Les gestes professionnels participant du processus d'institutionnalisation

Les processus de dévolution et d'institutionnalisation sont liés; il en est de même des processus de régulation et d'institutionnalisation. J'ai pris le parti de ne pas systématiquement distinguer les phases de bilan, de synthèse des productions des élèves qui relèveraient davantage d'une dialectique de formulation (Brousseau 1987) des phases d'institutionnalisation. Nous rejoignons ici une méthodologie adoptée par Sensevy (1999).

Les moments d'institutionnalisation font toutefois davantage intervenir la gestion du temps de parole, l'organisation de la synthèse ou plus précisément la restitution d'une histoire des productions.

J'ai ainsi déterminé différents types de gestes professionnels qui correspondent à un découpage de l'activité du professeur en activités élémentaires.

Je ne prétends pas à l'exhaustivité, conscient d'avoir laissé de côté des éléments importants. Ainsi, nous n'avons pas particulièrement étudié les modes de traitement par le professeur des erreurs éventuellement produites par ses élèves (Portugais et Brun 1992, Portugais, 1994).

J'ai également établi une première catégorisation de routines (Butlen, et Masselot, 2001) qui ne vise pas non plus l'exhaustivité.

3.5. Trois types de routines

Nous y distinguons trois types de routines qui correspondent toutes à l'essai de définition ci-dessus mais qui ne remplissent pas les mêmes fonctions. S'agissant d'enseignants de l'école élémentaire, elles sont plus ou moins liées à la discipline enseignée.

3.5.1. Routines de type 1

Nous distinguons des routines plutôt liées à l'installation et au respect d'attitudes de travail ou d'attitudes générales (vie, règles et normes de la classe) pouvant dépasser le cadre des seules mathématiques. Ces routines nous semblent plus aisément identifiées par l'enseignant. Il peut y faire allusion sans complètement les expliciter au début de l'année scolaire lorsqu'il évoque « tout ce qu'il y a à mettre en place » avant de faire faire des mathématiques aux élèves. Elles ont à voir avec le « climat » dans la classe, les degrés de liberté laissés aux différents partenaires, aux comportements attendus. Elles participent de la reconnaissance mutuelle entre partenaires, à l'installation de la légitimité du maître.

Elles se manifestent surtout dans les interactions, notamment dans les rappels à l'ordre (nature, fréquence, effets sur les élèves), dans le choix des élèves sollicités (révélateur de la place et du rôle attribués aux différents élèves dans la classe et dans les échanges). Elles s'appuient sur des prises d'informations globales ou locales sur les élèves. Certaines de ces routines participent à la mise en place du contrat didactique ou en justifient d'éventuelles négociations. Elles sont davantage liées à la stratégie générale d'enseignement pluridisciplinaire du professeur mais elles sont appelées et contextualisées lors d'un enseignement disciplinaire particulier. Elles peuvent être partiellement appelées par d'autres routines davantage liées aux contenus mathématiques. J'évoque deux exemples de routines relevant plutôt de ce type 1 dans le chapitre réservé à l'analyse des pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP (la gestion des interactions et la gestion de la résistance des élèves).

3.5.2. Routines de type 2

Il s'agit des routines plutôt liées à l'utilisation des documents ou supports pédagogiques, aux matériaux utilisés, aux « décors » mis en place à moyen terme. Leur fonction serait d'installer des habitudes de travail chez les élèves, un environnement, qui influent sur l'activité de l'enseignant. Elles peuvent, par exemple, alléger son travail lors de la dévolution des tâches ou faciliter les échanges maître / élèves au cours des différentes phases.

Il s'agit alors d'installer et de développer des répertoires de langage communs, des gestes ou images mentales pouvant être appelés facilement par l'enseignant et par les élèves. Cet aspect semble très présent à l'école élémentaire (surtout aux cycles 1 et 2) ; cela est sans doute lié au fait que les élèves abordent leur « métier d'élève ».

Les choix effectués par les auteurs des manuels scolaires participent à la construction de cet environnement. Ils rejoignent et complètent les propres choix de l'enseignant. L'installation d'un langage et de références communes s'avère alors indispensable pour amorcer un quelconque travail mathématique.

Ces routines seraient davantage liées à un enseignement de contenus à moyen terme. Le professeur d'école installe ces habitudes et les convoque à l'occasion d'un enseignement particulier. Les habitudes ainsi installées sont susceptibles d'évoluer et de s'enrichir, voire de disparaître lorsqu'elles ne sont plus nécessaires ; elles sont sans doute alors remplacées par d'autres du même type.

Elles interviennent dans les différentes médiations et peuvent être repérées à la fois dans le discours de l'élève et dans celui de l'enseignant mais avec d'éventuels décalages. Je détaille un exemple de routine de type 2 dans le compte-rendu de l'atelier que nous avons présenté avec Masselot dans le cadre de la 11ème école d'été de didactique des mathématiques (Butlen et Masselot, 2001)

3.5.3. Routines de type 3

Dans cette catégorie apparaissent des routines davantage liées à un enseignement de mathématiques. Elles sont révélatrices de la cohérence des pratiques et de la stratégie du professeur. Elles apparaissent, par exemple, dans la place et le rôle accordés au contexte de la situation (manipulations au CP : prétexte ou moyen pour trouver la réponse ou encore activité développée pour valider un résultat), ou bien dans le fait de faire expliciter systématiquement les procédures pour chaque résultat, ou encore dans la nature et l'organisation des diverses institutionnalisations, voire des éventuelles décontextualisations.

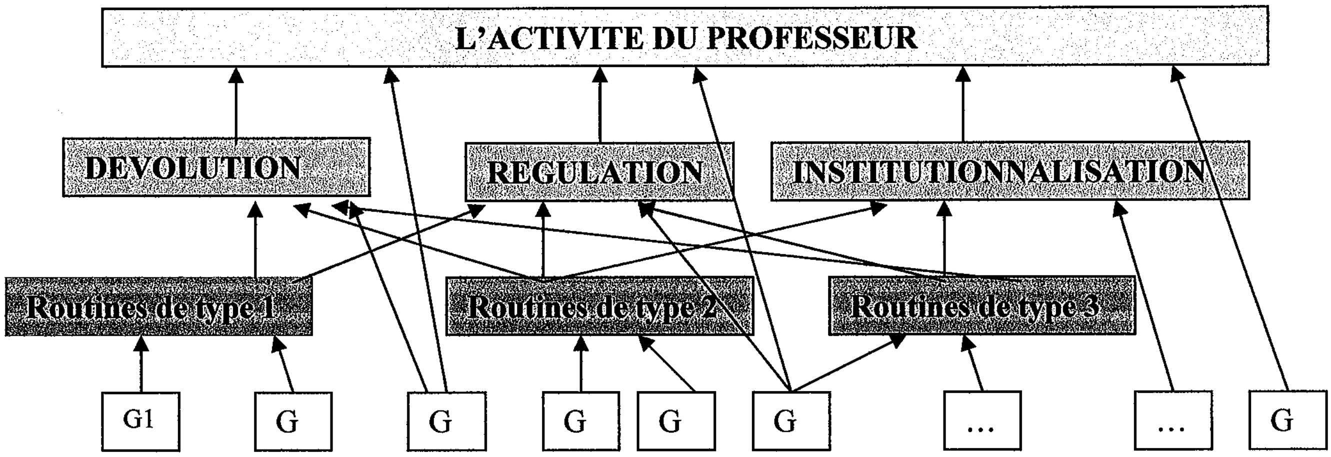
Ces routines peuvent nous renseigner sur l'histoire, sur la construction de la cohérence des pratiques observées.

Pour repérer ces dernières routines, mais aussi pour en déterminer les fonctions, il faut préciser les mathématiques fréquentées par les élèves, notamment mesurer la distance entre la tâche attendue par l'enseignant, la tâche effective des élèves et les savoirs institutionnalisés par le professeur. Il est donc nécessaire de prendre davantage en compte les contenus mathématiques (relativement généraux) et la nature des activités proposées. D'autre part, il est indispensable d'étudier assez finement le contenu et la forme des interactions entre les différents partenaires (place et rôle des élèves, types de médiations, nature et contenu du questionnement du professeur, éléments de validation...).

Ces analyses renouvelées sur plusieurs protocoles et croisées avec d'autres (analyses du projet de l'enseignant à travers les préparations, des documents utilisés avec d'éventuelles modifications par l'enseignant, de productions d'élèves, d'entretiens complémentaires) peuvent faire apparaître des éléments de la stratégie générale de l'enseignant et les régularités au niveau des choix effectués. Je développe un exemple de ce troisième type de routines dans le chapitre réservé à l'analyse des pratiques des professeurs d'école de REP. Un autre exemple est développé dans le compte-rendu d'atelier cité ci-dessus (Butlen et Masselot, 2001)

L'activité du professeur est complexe, elle ne peut se limiter à la simple addition de gestes professionnels ou de routines. Je pense toutefois par cette approche analytique recomposer une partie de celle-ci. Le schéma ci-dessous résume cette manière de décomposer et de recomposer l'activité du professeur. J'ai donc considéré trois niveaux de composants de l'activité du professeur : des grands processus constitutifs de l'activité du professeur, des routines participant de la réalisation de ces processus, organisation finalisée de gestes professionnels et des gestes professionnels qui contribuent au fonctionnement des routines.

Ces niveaux ne sont pas entièrement hiérarchisés. De plus, ils ne rendent pas compte de l'ensemble de l'activité du professeur. Enfin, je rappelle que cette étude des gestes et routines professionnels n'est évidemment pas exhaustive.



4. Retour sur la problématique, rapports entre les éléments de méthodologie mobilisés et les résultats de recherche

4.1. Retour sur la problématique

Les trois recherches décrites dans cette partie ont pour but de mieux comprendre comment s'articulent les quatre dimensions qui interviennent dans l'analyse des pratiques des professeurs d'école. Il s'agit de préciser ce qui distingue un i-genre ou un e-genre d'un autre. En particulier, il s'agit d'expliciter les indicateurs qui me conduisent à affirmer que les pratiques d'un enseignant donné s'inscrivent plutôt dans une catégorie donnée. Je me propose notamment de montrer dans cette synthèse que les réponses apportées par les enseignants à deux tensions importantes déterminent pour une part importante cette inscription.

La première tension fait intervenir d'une part l'enrôlement des élèves dans l'activité et d'autre part le contrôle par l'enseignement de cette activité. L'enrôlement a à voir avec la manière dont l'enseignement fait en sorte que l'élève s'engage dans l'activité. Le contrôle concerne l'activité de l'élève, l'enseignement doit la diriger afin de permettre les apprentissages visés. Ces termes recoupent les concepts de dévolution et de régulation plus couramment utilisés en didactique des mathématiques.

La seconde tension réside dans les parts respectives accordées aux apprentissages individuels et collectifs par l'enseignant. J'étudie en détail cette tension dans le chapitre consacré aux pratiques des professeurs d'école enseignant en REP les mathématiques.

Je fais l'hypothèse que l'histoire des tentatives de réponses apportées par les professeurs d'école novices ou débutants en formation et dans les premières années d'exercice détermine l'inscription dans un i-genre. Les recherches menées sur les enseignants novices et les formateurs contribuent à étayer cette hypothèse.

Le croisement d'une approche globale visant à définir des catégories de pratiques observées et d'une approche analytique décrivant dans le détail l'activité quotidienne du professeur, les gestes mis en œuvre, permet de rendre compte de la manière dont les enseignants investissent les marges de manœuvre qui leur restent et donc d'analyser l'articulation entre ordre, genres et style personnel.

Il me faut toutefois préciser certains éléments de méthodologie et étudier comment ils interviennent dans la définition même des objets de la recherche.

4.2. Méthodologie et objet de la recherche

J'ai adopté le principe de croiser différentes recherches et différentes méthodologies de recueil comme d'analyse des données afin d'étudier l'articulation entre ordre du métier, genres et style personnel. Il est nécessaire de préciser ce que chaque méthodologie permet de mettre en évidence et dans quelle mesure les objets ainsi étudiés sont les mêmes.

Le problème est délicat. Ainsi, les méthodologies de recueil des données diffèrent selon les recherches et les publics concernés. Il a fallu tenir compte de contraintes institutionnelles. Pour des raisons déontologiques mais aussi strictement matérielles, il n'est pas possible d'observer de la même manière les pratiques en formation d'un professeur novice, les pratiques en voie de stabilisation d'un professeur débutant et celles, stabilisées, d'un professeur confirmé.

Je précise ci-dessous ces éléments spécifiques de méthodologie et ce qu'ils permettent d'étudier.

4.2.1. L'observation des professeurs novices

L'observation des pratiques effectives d'un professeur novice est forcément limitée dans le temps et doit de ce fait prendre des formes diverses. N'ayant une classe en responsabilité que pendant 8 à 9 semaines, il n'est pas possible de les observer sur un temps long. De plus, les stages étant découpés en deux ou trois périodes, l'observation ne peut commencer immédiatement. En effet, le risque de déstabilisation du stagiaire est trop important. Le chercheur doit à la fois respecter des contraintes d'ordre éthique et institutionnel.

Je détaille dans le chapitre suivant la méthode utilisée pour le recueil des données. J'ai observé des séances de mathématiques menées dans des conditions variées : stage en responsabilité, stage de pratiques accompagnées, ateliers d'analyse de pratiques. Ce choix est le résultat d'une prise en compte des contraintes évoquées ci-dessus mais il résulte aussi d'une analyse préalable de l'objet étudié.

4.2.1.1. Le choix de l'échantillon

J'ai souvent rencontré dans ma pratique quotidienne de formateur des manques, des stratégies de compensation qui s'accompagnent de difficultés particulières pour les élèves comme pour les professeurs concernés. Ayant observé de nombreux professeurs d'école stagiaires, j'ai dû faire un choix parmi ce corpus de données. Je me suis donc appuyé sur ma propre expérience professionnelle pour effectuer ce choix. J'ai également confronté mon point de vue et mes analyses de certaines des séances observées avec ceux de collègues formateurs de différentes origines[37] (Butlen, Lepoche et Masselot 2001).

Après avoir pris connaissance des protocoles dont je disposais (séances enregistrées en mode audio ou vidéo), j'ai décidé d'analyser certaines séances qui me semblent particulièrement exemplaires des difficultés rencontrées par les stagiaires pour gérer les situations proposées. Ce choix est forcément réducteur mais j'ai pris la précaution de mettre en évidence des phénomènes qui me semblent communs aux pratiques de nombreux professeurs d'école stagiaires. Il est toutefois nécessaire de préciser les conditions de ce choix. En tant que chercheur, je fais l'hypothèse qu'une première sélection peut s'appuyer sur l'expérience professionnelle collective d'un échantillon de formateurs[38]. Ce choix d'un échantillon s'appuie sur un premier travail (personnel et collectif) de rationalisation de pratiques. Cet échantillon sert ensuite de matériaux à une recherche. Je m'appuie ensuite sur l'analyse de cinq séances menées par quatre professeurs d'école stagiaires : un professeur P1 de CP, deux P2 et PE3 de CE_2 et un professeur P4 de CM2.

Pour mieux comprendre les difficultés de ces professeurs d'école, j'ai observé des séances d'enseignement dans des conditions d'exercice différentes. J'ai fait varier les conditions dans lesquelles les séances sont mises en œuvre afin de disposer d'un corpus couvrant les différents types de situations de formation centrées sur l'analyse de pratiques. Les 3 séances de CE_2 ont été filmées pendant un stage en responsabilité[39], la séance de CM2 a été observée pendant un stage de pratique accompagnée[40] et la séance de CP a été filmée pendant une séance d'ateliers professionnels[41].

Lors des stages de pratique accompagnée, le professeur stagiaire évolue dans un « milieu protégé », censé être pédagogiquement riche ; les séances sont le plus souvent préparées avec le conseiller pédagogique. Le stagiaire n'a donc pas l'entière responsabilité du projet. Les mises en actes sont plus aisées dans la mesure où l'environnement cognitif et l'attitude des élèves sont a priori favorables. Pour le chercheur, les observations effectuées lors de ces stages sont donc l'occasion d'analyser comment un professeur stagiaire s'approprie, met en œuvre effectivement un projet d'enseignement dont il est en partie l'auteur et comment il régule les difficultés rencontrées qu'elles aient été prévues ou non. C'est l'occasion de mesurer les difficultés rencontrées par les professeurs en formation pour comprendre et reproduire certains gestes professionnels partiellement explicités par les maîtres formateurs mais qui peuvent s'avérer déterminants pour la gestion de l'activité et de la classe. Ce type de stage permet donc de pointer certains non-dits en formation et de mieux appréhender certaines modalités d'apprentissage du métier d'enseignant. Par contre, il sera

[37] Lors de séminaires ou de colloques, nous avons notamment à plusieurs reprises analysé collectivement certaines de ces séances. Ce travail collectif regroupait notamment des professeurs d'IUFM, des chercheurs en didactique des mathématiques, des Inspecteurs de l'Education Nationale et des conseillers pédagogiques : maîtres formateurs rattachés à l'IUFM ou conseillers pédagogiques rattachés à une circonscription.

[38] Ce sont des formateurs expérimentés qui interviennent dans le processus de régulation des pratiques de formation dans le cadre par exemple de la COPIRELEM ou de l'INRP.

[39] Stages en responsabilité (SR) : comme le nom l'indique, ce sont des stages pendant lesquels le professeur stagiaire assure seul la responsabilité d'une classe ; ils durent en général entre 4 et 10 semaines, souvent en deux périodes.

[40] Stage de pratique accompagnée (SPA) : ce sont des stages se déroulant dans des classes de professeurs d'école maîtres formateurs d'une durée limitée (entre 2 et 4 semaines) pendant lesquels les professeurs stagiaires observent le conseiller pédagogique mais aussi prennent en charge certaines séances d'enseignement souvent préparées en commun avec les autres stagiaires et le conseiller pédagogique.

[41] Ateliers professionnels : ce sont des séances pendant lesquels un groupe de 3 stagiaires doivent construire expérimenter et analyser une séquence de mathématiques (et d'autres disciplines) dans une classe « ordinaire » sans avoir la responsabilité partagée ou complète de la classe pendant le reste de la durée d'enseignement. Un professeur ou un conseiller pédagogique participe à ces observations et analyses.

plus difficile de mesurer l'effet de certaines pratiques sur les apprentissages et le comportement des élèves dans la mesure où ceux-ci sont davantage « complices », comprenant confusément que leur professeur occasionnel est à la fois maître et élève.

Lors des ateliers professionnels, les conditions d'expérimentation sont un peu différentes. Le professeur stagiaire prépare la séance avec ses pairs et avec l'aide d'un formateur (PIUFM[42] ou MF[43]). Toutefois, la classe est généralement une classe ordinaire, l'auto-observation des pratiques fait partie du contrat de formation, un dispositif audiovisuel peut être installé. Nous étudions ce dispositif de formation dans un autre article (Butlen D., Masselot P.1997e).

Lors du stage en responsabilité, le stagiaire a l'entière responsabilité, pendant une durée limitée, de la classe. Sa situation de « remplaçant » temporaire détermine certaines conditions d'exercice du métier et pose notamment en terme particulier les questions de légitimité. Il est très difficile de filmer la séance observée, les enregistrements sont uniquement audio alors que l'observation peut être de type vidéo dans les cas précédents.

Dans une certaine mesure, l'objet observé est donc prédéfini par le choix de l'échantillon observé, par les conditions de cette observation. Le croisement des modalités de recueil de données remédie en partie à cette limite méthodologique mais en partie seulement.

Le choix du support de recueil des données (audio ou vidéo) intervient sur l'objet observé. Le chercheur n'a pas accès aux mêmes informations. Le temps d'observation également.

Il en est de même du choix préalable des séances observées. Ce dernier est forcément réducteur dans la mesure où il oriente l'observation et par la suite l'analyse effectuée et dans la mesure où il élimine de la démonstration certains observables appréciés a priori comme des bruits par le chercheur. Mais il est toutefois très difficile de faire autrement, le corpus de données serait trop volumineux pour être analysé dans un temps raisonnable. Les résultats obtenus sont donc à relativiser en prenant en compte ces choix méthodologiques.

4.2.1.2. Une définition par défaut

Comme je l'ai déjà indiqué, l'analyse de « maladresses » , sources de difficulté me permet de définir par défaut les gestes professionnels en cours d'acquisition. En effet, c'est en mettant en évidence des manques, se traduisant par exemple par des malentendus entre enseignant et élèves ou par un surcroît de fatigue, que je peux définir des gestes maîtrisés par des enseignants experts.

Dans un second temps, l'explicitation de causes de ces difficultés telles qu'elles peuvent apparaître lors de l'analyse des protocoles ou d'entretiens avec les professeurs novices permet de préciser le rattachement de ces gestes aux dimensions des pratiques définies a priori. De plus, la mise en relation des réponses apportées par les professeurs novices et certaines réponses apportées par des professeurs expérimentés constituent une nouvelle preuve des rattachements effectués. C'est notamment le cas des évaluations et conseils formulés par les conseillers pédagogiques de circonscription.

Précisons ce j'entends par « maladresses ».

[42] PIUFM : professeur assurant la formation disciplinaire dans un Institut Universitaire de Formation des Maîtres
[43] MF : Professeur d'école ou Instituteur, Maître Formateur, conseiller pédagogique responsable d'une classe primaire ou maternelle et assurant un tiers de son service en tâche de formation. Ils sont souvent appelés maître formateur

L'analyse des difficultés rencontrées par les stagiaires impose de préciser certains termes employés couramment par les formateurs mais dont la définition reste le plus souvent implicite. C'est le cas d'expressions du type « erreurs de gestion » ou « maladresses professionnelles », « défaut de débutants ». Ces expressions renvoient à des normes, des règles de fonctionnement et à des types de réponses apportées usuellement par les enseignants experts.

J'entends par maladresse ou bien encore par erreur commise par un professeur novice tout écart trop important à une norme en vigueur, aux réponses apportées par les enseignants expérimentés. Nous sommes ainsi renvoyés aux notions de genre et de style.

Le style personnel de l'enseignement nous renseigne sur les modalités de mise en œuvre de gestes professionnels par un individu donné. Des régularités interpersonnelles dans les difficultés rencontrées par les novices peuvent nous renseigner par défaut sur les règles en vigueur dans le milieu professionnel.

Ces dernières sont définies par rapport à certaines normes implicites des professionnels. Cet aspect est également abordé par Clot qui fait une étude comparative de plusieurs analyses des causes possibles d'un accident d'aviation. C'est en partie à partir de l'étude de cette erreur de pilotage, qu'il est amené à préciser ce qu'il entend par genre et style. Cette erreur serait le résultat d'un compromis inadapté entre des contraintes exceptionnelles et des pratiques partagées par les pilotes d'avion[44].

Clot souligne que les règles et normes du métier sont recherchées par les individus exerçant ou voulant exercer un métier, elles sont en effet sécurisantes et permettent de prévenir des erreurs.

Il fait référence aux travaux de Hughes, sociologue des professions qui selon lui :

montre bien à quel point la gestion des erreurs est toujours socialement « située ». Il cite ainsi cet auteur : « dans tout type de travail les travailleurs se réservent pour l'essentiel le droit de définir, au sein de leur propre groupe, ce qu'est une erreur. Ils laissent filtrer peu de choses à l'extérieur [...] Au sein du même groupe professionnel, les gens savent que la compétence et le talent sont relatifs et que l'erreur est possible. [...] Le groupe par interactions entre ses membres, essaie de définir ce qu'est une erreur et d'établir les règles qui permettent de traiter celles-ci. Ces règles concernent à la fois leurs relations réciproques au sein du même groupe et leurs relations avec le monde extérieur » (Hugues 1976/1996 pp. 96-97).

Clot précise :

> *ces règles définissent des activités de référence qui sont bien des prototypes pour l'activité individuelle*[45].

Pour lui le genre définit, au-delà de variantes possibles, les actions et gestes à éviter. Il précise que le renoncement au genre traduit souvent un dérèglement individuel.

Certaines difficultés des professeurs d'école stagiaires peuvent ainsi s'interpréter comme le résultat d'une réponse inadaptée à des contraintes ou règles en vigueur dans le métier relevant de l'ordre du métier. Elles peuvent être dues à une inscription trop incomplète dans un des deux types de genres définis ci-dessus. L'analyse des erreurs ou maladresses des novices dépend donc de la qualité des règles non respectées. Les maladresses, sources de ces

---

[44] Voir à ce sujet le chapitre : fonctionnement et développement cognitif de l'ouvrage de Clot : *La fonction psychologique* du travail PUF 1999 p.13-23

[45] Clot Y. *La fonction psychologique* du travail PUF 1999 p.38

difficultés, peuvent ainsi s'interpréter comme des manques par rapport à des gestes et routines usuellement mis en œuvre par des enseignants confirmés. Ces manques révèlent alors une fragilité de pratiques encore en cours de stabilisation. Quand elles renvoient à des régularités interpersonnelles, l'analyse des difficultés des novices et de leurs causes nous renseigne donc sur le processus d'appropriation de gestes professionnels maîtrisés par les enseignants expérimentés.

4.2.2. L'observation de formateurs intervenant dans la formation des professeurs novices ou de leur évaluation

Cette recherche constitue une autre contribution à l'étude de l'articulation entre ordre, genre et style dans la mesure où elle permet de cerner ce que des formateurs de différentes catégories jugent, in situ, indispensable de transmettre aux stagiaires lors de situations d'analyse de pratiques effectives de ces derniers. Je mets ainsi en évidence des conceptions du métier de professeurs d'école, voire des normes véhiculées et transmises en cours de formation. Comme je l'ai déjà indiqué, cette recherche est à la fois une contribution à l'analyse des genres et styles des formateurs de mathématiques des professeurs d'école et un apport à l'étude de la formation des genres et styles des professeurs d'école.

Je fais l'hypothèse qu'à des degrés divers, ces interventions de formateurs participent de constitution des pratiques de leurs stagiaires. Certes, le professeur stagiaire peut s'approprier ou rejeter les valeurs et savoirs, manières de faire ainsi transmis. Cette appropriation s'accompagne sans doute d'une transformation qui prend en compte les représentations et l'histoire personnelle du professeur novice. Les règles de fonctionnement que peuvent transmettre les formateurs ne sont pas évidemment pas reproduites à l'identique par le professeur. Le style personnel du professeur novice lui permet justement de s'approprier et de réaliser ces manières de faire.

L'analyse de discours de formateurs sur les pratiques effectives de leurs stagiaires nous renseigne toutefois sur les règles du métier ainsi transmises. Je fais l'hypothèse que ces règles dépendent en partie de catégorie professionnelle des formateurs, de leur passé d'enseignant, de leur cursus universitaire. Au-delà des singularisations, je m'intéresse aux régularités dans la mesure où elles traduisent des règles partagées par un même groupe professionnel.

Là encore, les modalités de recueil de données diffèrent selon les catégories de formateurs observées. Elles dépendent de contraintes institutionnelles mais ont été fixées pour permettre certaines analyses croisées.

Deux séances sur les cinq conduites par des professeurs stagiaires et analysées précédemment font l'objet d'une l'analyse de la part de ces formateurs et d'un entretien (réel ou simulé).

4.2.2.1. L'observation des conseillers pédagogiques

La séance de CP ayant été filmée, le film est visionné et devient l'objet d'une analyse « à chaud » de trois conseillers pédagogiques de circonscription. Ces derniers doivent traduire par écrit leur analyse, les grands thèmes sur lesquels ils feraient porter l'entretien s'il s'agissait d'une visite lors d'un stage ainsi que les conseils prodigués. Dans un second temps, ils confrontent leurs points de vue. Cela permet de mesurer la « résistance » lors du débat de certaines opinions formulées « à chaud ».

Là encore, c'est le chercheur qui effectue le choix de la séance analysée. Le but est justement de croiser deux types d'analyse et de mieux cerner ainsi les gestes professionnels et les difficultés rencontrées par un professeur novice lors de leur mise en œuvre. Cela permet d'une part d'expliciter dans un contexte donné des règles partagées, pour une part au moins, par des membres d'un même groupe professionnel, de déterminer les écarts aux règles qu'ils jugent nécessaire de souligner chez un professeur novice et enfin de confronter cette analyse avec l'analyse didactique effectuée dans la recherche précédemment citée.

L'analyse des caractéristiques communes aux discours des conseillers pédagogiques mais aussi des singularisations observées enrichit la définition des différentes dimensions du métier que nous avons élaborée a priori. Elle me permet également de comprendre en partie comment ces dimensions se transmettent.

Il s'agit à nouveau d'une définition indirecte des gestes professionnels et dimensions en jeu. Ce ne sont pas les pratiques effectives de maîtres experts[46] que j'analyse mais ce qu'ils jugent nécessaire de transmettre à des enseignants novices.

J'ai croisé cette analyse avec une analyse d'entretiens menés par deux formateurs, professeur d'IUFM spécialistes des mathématiques.

4.2.2.2. L'observation de formateurs spécialiste des mathématiques

Disposant plus aisément d'entretiens audio menés suite à l'observation de séances (elles-mêmes enregistrées sous forme audio), j'ai analysé plusieurs entretiens menés par deux PIUFM différents. Il ne m'a pas été possible de recueillir les mêmes données pour les conseillers pédagogiques. Cela explique le dispositif mis en place et décrit ci-dessus.

Là encore, pour l'un des formateurs, l'une des séances est analysée dans la recherche sur les gestes professionnels des professeurs novices. Je peux ainsi recouper à nouveau des résultats provenant de deux recherches différentes.

Une analyse comparée des analyses « à chaud » des évaluations et conseils pédagogiques prodigués par ces deux catégories de formateurs me permet d'analyser ce que des représentants de ces deux groupes professionnels de formateurs jugent nécessaire de transmettre, dans le cas particulier d'une séance donnée, à des professeurs novices. C'est une nouvelle contribution à l'étude de l'articulation entre les dimensions du métier de professeur d'école. Cette analyse est nécessairement indirecte dans la mesure où ces formateurs n'enseignent pas ou plus à des élèves de l'école élémentaire. Elle est également orientée par le choix des séances et entretiens retenus.

Dans ces recherches portant sur la formation des pratiques chez les professeurs d'école novices, j'ai procédé à plusieurs types d'analyse qui visent à définir de manière indirecte des gestes professionnels et à les resituer par rapport aux quatre dimensions du métier de professeur d'école que j'ai définies a priori. Cela me permet de préciser comment ces dimensions s'articulent entre elles pour composer la pratique d'un enseignant donné.

L'approche adoptée pour l'analyse des pratiques des enseignants de REP est différente. Nous analysons des pratiques stabilisées (enseignants confirmés) ou en cours de stabilisation (enseignants débutants).

4.2.2.3. L'observation des professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP

Nous avons choisi de mener des observations sur un temps long afin d'avoir ainsi accès à de grandes régularités à la fois inter et intrapersonnelles. Ce sont ces régularités qui nous permettent de définir les catégories de pratiques observées.

[46] Une analyse directe n'est pas possible car ces enseignants n'enseignent plus à des enfants

Ce n'est plus l'articulation entre les dimensions du métier qui est l'objet de cette dernière recherche mais la répartition des enseignants observés dans différentes catégories de pratiques correspondant à deux de ces dimensions : i-genre, e-genre.

Il m'est apparu nécessaire toutefois de préciser cette répartition et pour une part de la justifier par l'analyse de phénomènes locaux (gestes et routines contextualisés). Ces derniers constituent à la fois une preuve de l'existence des différentes catégories et une nouvelle description de ces dernières. Là encore, les choix des protocoles étudiés sont orientés par la démonstration visée. J'ai choisi d'étudier, dans la masse des données recueillies, un certain nombre de séances, voire de morceaux de séances, significatifs de stratégies mises en évidence par une analyse plus globale. Ces études forcément limitées ignorent d'autres éléments considérés a priori comme relevant davantage du contingent.

4.2.3. Conclusion

J'ai donc mené trois analyses différentes qui me permettent notamment, au-delà des résultats spécifiques à chaque étude, de cerner différents aspects d'un même objet : les dimensions intervenant dans la constitution de la profession de professeur d'école et leur articulation.

Les aspects étudiés dans ces travaux dépendent des méthodologies de recueil de données et d'analyse mobilisées. Chaque travail permet de cerner un aspect qui ne recoupe pas complètement les autres aspects travaillés dans les autres recherches. La méthodologie de recueil et d'analyse des données participe à la définition des objets étudiés dans la mesure où elle traduit un découpage de la réalité. Ce découpage conduit à analyser certaines données à en ignorer d'autres.

Le croisement de ces différentes méthodologies et donc des résultats qui en découlent nous permet toutefois de mieux cerner un objet difficile à aborder par un seul mode d'approche.

L'originalité de cette approche réside justement dans le croisement de ces méthodologies, de ces analyses et dans la mise en relation des résultats différents ainsi obtenus.

Je vais dans les trois chapitres suivants présenter les principaux résultats de chaque recherche, je serai amené à préciser, si nécessaire, certains éléments de méthodologie. Un dernier chapitre a pour objet de mettre en relation ces différents résultats pour mieux cerner les quatre dimensions intervenant dans la profession de professeur d'école, comment les gestes professionnels et routines analysés dans chaque cas s'inscrivent dans ces dimensions et comment ces dernières s'articulent entre elles.

II. PRATIQUES DE PROFESSEURS D'ECOLE ENSEIGNANT LES MATHEMATIQUES EN ZEP, COHERENCE ET CONTRADICTION, UNE PREMIERE CATEGORISATION

Je présente dans ce chapitre des résultats d'une recherche menée en collaboration par deux équipes de chercheurs. La première est rattachée à l'IUFM de Rouen[47] et la seconde est rattachée à l'IUFM de Créteil. La catégorisation des pratiques observées et la description des contradictions qui pèsent sur ces enseignants sont le résultat d'une convergence de ces deux études conjointes. L'équipe de Rouen a plus particulièrement observé 7 professeurs d'école nommés depuis plusieurs années dans une même école d'un REP de Rouen. Notre équipe de Créteil a observé et analysé trois professeurs d'école débutants, nommés à l'issue de l'IUFM dans un REP particulièrement défavorisé.

1. Problématique et compléments méthodologiques

Comme je l'ai précisé au chapitre précédent, il s'agit de contribuer à l'analyse des pratiques professionnelles des professeurs d'école enseignant les mathématiques en milieux socialement défavorisés. Cette recherche s'inscrit dans le cadre plus large de mes travaux sur les élèves en difficulté en mathématiques notamment ceux issus de ZEP/REP (cf. deuxième partie).

J'admets comme hypothèse préalable, sur la base des résultats des différentes évaluations nationales (CE_2-6^e) que l'école élémentaire produit de la différenciation scolaire ; celles-ci se manifestent de manière plus nette au collège (évaluation 6^e, APMEP).

Cette différenciation scolaire semble d'autre part recouper pour une part une différenciation sociale. En effet, les résultats des élèves de REP aux évaluations nationales sont inférieurs à ceux des élèves scolarisés dans des écoles de zones socialement moins défavorisées. Des recherches précédentes (Glorian-Perrin, 1992) ont mis en évidence l'existence de cercles vicieux dans lesquelles se trouvent « prisonniers » enseignants et élèves et qui concourent à maintenir les élèves dans leurs difficultés voire à les aggraver. Le but de ces recherches sur les pratiques est de mieux comprendre l'installation de ces cercles vicieux en prenant comme objet central de la recherche, non plus l'activité de l'élève mais l'activité du professeur. Il s'agit de dépasser le constat et d'apporter des éléments d'analyse sur les conditions de production de ce phénomène. Le système éducatif étant producteur de différenciation, j'ai donc essayé de comprendre, par une analyse de cas, comment certains agents particuliers de ce système (les enseignants) pourraient y participer malgré eux sans doute.

Mon expérience de formateur (autant en formation continue qu'en formation initiale) m'amène à m'interroger. Une information détaillée non seulement sur les cercles vicieux précédemment évoqués mais aussi sur des exemples de dispositifs d'aide est en général bien accueillie par les professeurs confirmés ou novices. Certains indices m'amènent toutefois à m'interroger sur la prise en compte par les maîtres dans leur pratique quotidienne de ces résultats. Cette recherche a donc aussi pour but de mieux comprendre les éventuelles résistances pressenties chez les enseignants ayant reçu ces informations aux changements de pratiques.

[47] Bernadette Ngono et Marie-Lise Peltier-Barbier pour l'IUFM de Rouen et Monique Pézard, Pascale Masselot pour l'IUFM de Créteil

Ce questionnement nécessite d'aller « regarder in situ » et pendant un temps assez long les manières de faire des enseignants de REP et d'essayer d'expliquer les logiques qui sous-tendent les pratiques observées.

J'ai observé trois maîtres débutants[48] et j'ai comparé leurs stratégies avec celles de maîtres plus confirmés. Dans quelles mesures ces maîtres réinvestissent-ils au quotidien, au-delà des contraintes qui pèsent sur eux, certains exemples de dispositifs d'enseignement exposés en formation. Quelles sont les causes éventuelles de non-réinvestissements ? Les situations proposées sont-elles perçues comme inadaptées aux élèves de ces écoles, sont-elles trop éloignées des représentations des enseignants, trop difficiles à mettre en œuvre ? S'agit-il d'un manque de maîtrise de certains gestes professionnels indispensables à la réalisation des scénarii présentés en formation ?

Ou bien au contraire, les pratiques des professeurs débutants sont-elles différentes de celles de leurs collègues plus anciens ? Si oui, sur quoi portent ces différences ? Sinon, quelle est la vitesse d'inscription dans un genre, à quelles contraintes cela répond-il ?

Les analyses comparées des pratiques des différents maîtres observés par les deux équipes ont débouché sur une catégorisation de ces pratiques. Cette catégorisation est tout d'abord un essai de diagnostic qualificatif des pratiques existantes. Il ne s'agit pas d'une étude quantitative dans la mesure la recherche concerne une dizaine d'enseignants. Toutefois, nous avons essayé de déterminer dans ces études de cas ce qui peut relever du générique et donc d'établir des résultats qui ont une portée plus générale.

Nous avons identifié plusieurs indicateurs qui déterminent les différentes dimensions de constitution des pratiques mais aussi qui pourrait permettre a priori d'émettre des hypothèses sur les effets possibles de certaines pratiques sur les apprentissages des élèves.

Pour cela, nous nous sommes notamment appuyés sur des travaux de psychologie cognitive (courant interactionniste, Vygotski, etc .) et sur les travaux de didactique des mathématiques (Brousseau). Les premiers soulignent notamment le rôle des interactions et des apprentissages collectifs dans l'appropriation individuelle de certains savoirs. Les seconds montrent l'importance de la transformation des connaissances individuelles mobilisées dans différentes situations en savoirs socialement partagés pour la conceptualisation d'objets mathématiques (institutionnalisation).

Nous avons donc pris en compte, pour caractériser les pratiques observées, la place accordée au collectif dans les scénarii d'enseignement mis en œuvre comme dans les itinéraires cognitifs proposés aux élèves.

Cette étude ne peut se faire sans analyser les contraintes institutionnelles qui pèsent sur les enseignants exerçant en REP. Elle nécessite aussi de préciser non seulement les actes du professeur mais aussi les conceptions, les représentations susceptibles de guider ces actes. Ces conceptions portent sur le système éducatif, les missions de l'école mais ont aussi à voir avec les représentations sociales des professeurs.

Quelle place accordent-ils au développement de l'enfant comme individu, comme futur citoyen mais aussi comme élève devant apprendre des contenus disciplinaires. Comment pensent-ils les acquisitions de savoirs, de valeurs éthiques ou sociales, de comportements dans la construction du triplet individu - citoyen – élève.

Situant ce travail par rapport au précédent, j'ai essayé d'analyser les pratiques observées avec l'objectif de mieux comprendre l'activité du professeur. Pour cela j'ai essayé

[48] Ces trois enseignants ont été nommés dans deux écoles situées dans des quartiers particulièrement défavorisés d'une banlieue parisienne. M. Sébastien enseigne en CE2, Corinne et Cathie exercent toutes les deux en CP.

de montrer comment chaque genre de pratiques peut se caractériser à travers l'analyse de l'activité générale du professeur. Pour analyser cette activité, j'ai centré mon étude sur trois processus : dévolution, institutionnalisation et régulation. J'ai alors décomposé l'activité du professeur en activités plus élémentaires qui correspondent aux notions de gestes et de routines professionnels précédemment décrites.

Cette recherche complète une autre recherche ciblant les pratiques des professeurs novices (professeurs stagiaires de seconde année de formation initiale). J'analyse comment les professeurs nouvellement menés en milieux socialement défavorisés dépassent ou non certaines des difficultés rencontrées par des professeurs novices, comment leurs pratiques se stabilisent mais aussi gagnent en cohérence, en cohésion. A quelles contraintes et contradictions, nouvelles ou déjà existantes en formation initiale, sont-ils soumis ? Dans quelle mesure sont-ils préparés à y répondre ?

Je décris les principaux résultats ayant trait à la catégorisation des pratiques observées et à l'analyse de contradictions qui marquent ces pratiques. Le chapitre suivant est consacré à l'analyse d'exemples de gestes et routines professionnels mis en œuvre par les professeurs débutants.

Les observations ont été menées sur plusieurs années. La méthodologie de recueil des données est inspirée de l'observation de type « observation directe à découvert et participante », résultat d'un contrat passé entre les maîtres et les chercheurs. Les modalités sont précisées dans un article paru dans la Revue Française de Pédagogie n°140 (Butlen, Peltier-Barbier et Pézard, 2002a) et dans un rapport de recherche (Butlen, Peltier-Barbier, Pézard et al, 2002b). Un ouvrage collectif (2004) est en grande partie consacré à cette recherche.

Bien que nous ayons essayé de réduire les effets de cette intervention sur les pratiques observées, nous avons aussi analysé les conditions de reproductibilité et d'appropriation par ces professeurs d'école débutants de certaines situations issues d'ingénieries testées lors de recherches antérieures sur les élèves en difficultés en mathématiques.

Je présente ci-dessous les principaux résultats de cette recherche. Les analyses effectuées par chaque équipe ont mis en évidence des régularités et des singularités.

Il semble en particulier pertinent de décrire en terme de contradictions un certain nombre de contraintes qui pèsent sur les pratiques des enseignants et les réponses possibles qui leur sont associées.

2. Cinq contradictions

Nos travaux mettent en évidence des contradictions auxquelles tous les dix professeurs d'école observés doivent répondre au quotidien.

2.1. Contradiction entre logique de socialisation des élèves et logique des apprentissages

Les enseignants de REP, sans doute plus que d'autres, pensent qu'ils doivent assurer une double fonction d'éducateur et d'enseignant. En effet, le public d'élèves auxquels ils s'adressent comporte un nombre important d'enfants souvent violents ou au contraire très "inhibés" qui n'adhèrent pas facilement à la culture de l'école. Les professeurs se sentent donc contraints, sans doute à juste titre, de faire un travail de socialisation, de développement de l'autonomie et du respect des autres qu'ils considèrent comme fondamental et éventuellement préalable à toute forme d'enseignement. Cet effort d'éducation et le temps qui lui est consacré entrent en concurrence pour beaucoup d'entre eux avec le nécessaire enseignement de contenus. Cette concurrence se situe à deux niveaux, l'un relatif à l'antériorité ou à la simultanéité des versants enseignement et éducation que comporte le métier de professeurs, l'autre relatif à la gestion du temps dans la classe. En effet, pour certains professeurs d'école le travail de socialisation est un préalable à toute forme d'enseignement. Ces enseignants ne croient pas qu'il soit possible de socialiser les élèves par des activités d'apprentissage disciplinaires bien choisies et bien menées, ils pensent qu'il est indispensable de travailler préalablement sur les règles de vie et les comportements attendus à l'école. La résistance quotidienne que manifestent beaucoup d'enfants à entrer dans le jeu de l'école se concrétise souvent par une prise de pouvoir des élèves notamment sur la gestion du temps. Nous avons très souvent constaté que les maîtres sont amenés à interrompre très rapidement une activité mathématique pour gérer les conflits et ne peuvent pas toujours la reprendre. Les enseignants sont conscients de cette difficulté que l'un d'eux exprime sous la forme :

> *il vaut mieux dans l'urgence gérer un conflit qui sinon se gangrène dans la classe, car vouloir mener, coûte que coûte, une séance à son terme est tout à fait vain.*

Ceci peut aller jusqu'à conduire certains élèves à provoquer des conflits essentiellement dans le but de contraindre le maître à stopper les activités d'apprentissage. Mais, dans tous les cas, le travail interrompu semble n'avoir laissé aucune trace et est donc à reprendre intégralement plus tard.

Le dépassement de cette contradiction nous paraît être un des enjeux essentiels de l'enseignement en REP.

2.2. Contradiction entre logique de la réussite et logique de l'apprentissage

Les enseignants observés ont le souci constant d'encourager les élèves, de les "rassurer", de créer ainsi un climat de confiance "cognitif" et "affectif" sans lequel, d'après eux, les élèves ne peuvent entrer dans une dynamique d'apprentissage. Cela se traduit notamment pour la majorité d'entre eux par un aplanissement des difficultés, une simplification des tâches, une prédominance d'activités algorithmisées, un étayage très important, et l'attribution presque systématique d'évaluations positives (bonnes notes ou encouragements parfois même excessifs). Les maîtres et les élèves se trouvent ainsi dans une sorte de cercle vicieux : les maîtres simplifient les tâches qu'ils donnent aux élèves pour qu'ils réussissent, les élèves exécutent la tâche sans l'investir réellement dans un but d'apprentissage et ne construisent pas nécessairement les connaissances visées. Or si ces connaissances sont nécessaires à l'exécution de tâches ultérieures[49], les enfants échouent et les maîtres simplifient à nouveau les nouvelles tâches ou même redonnent des tâches initiales jusqu'à ce qu'il y ait réussite. Mais plus le temps passe, moins les enfants investissent sur le plan cognitif les activités proposées auxquelles ils ont de plus en plus de mal à donner un sens. Ils recherchent des "indices de surface", imitent, attendent la réponse d'un pair ou du maître lui-même, au mieux font des analogies entre exercices. Les maîtres comme les élèves donnent et se donnent peut-être ainsi l'impression de réussir les uns à enseigner, les autres à apprendre. Les partenaires de la relation didactique s'installent dans une logique de réussite à court terme plutôt que d'apprentissage à moyen et long terme.

2.3 Contradiction entre individuel, public et collectif

Les enseignants observés oscillent souvent entre une gestion individuelle, publique ou collective des activités qu'ils proposent. Deux types de pratiques se distinguent parmi les professeurs observés. Certains individualisent les apprentissages comme le traitement des comportements difficiles. Ceci se traduit dans les scénarii proposés par une disparition quasi

---

[49] concernant la même notion ou des notions du même champ conceptuel.

systématique des phases collectives de synthèse et d'institutionnalisation. Les enseignants concernés les remplacent soit par des corrections individuelles soit par des corrections que nous qualifions de publiques mais qui ne concernent en fait que quelques élèves, choix argumenté par le fait qu'aucun élève n'en est au même point. De même pour la gestion des comportements difficiles, ils ne font pas référence à des règles de vie collective, mais rappellent publiquement à l'ordre les élèves concernés et n'hésitent pas à interrompre, voire abandonner, l'activité pour tous. Ce type de pratiques nous semble compromettre la construction d'une histoire collective de la classe et d'un ensemble de savoirs de référence. D'autres professeurs proposent une mise au travail collective soit par ostension d'un objet, d'une notion, soit par manipulation de divers matériels, soit par une forme de maïeutique. Cette phase est souvent considérée par les enseignants comme le moment clef où les élèves vont s'approprier le "savoir nouveau" par imitation, par perception, par analogie ou du moins qu'ils vont comprendre ce qu'ils auront à faire juste après. Nous utilisons ici le terme d'activité collective, car au cours de cette phase, le maître interroge généralement l'ensemble de la classe qui est censée être à l'écoute et glane les réponses attendues auprès de différents élèves. Cette phase collective est généralement suivie d'un travail individuel qui a pour but d'entraîner les élèves à exécuter une tâche analogue et éventuellement d'évaluer leur degré de d'assimilation du "savoir nouveau". La phase de correction différencie ici les maîtres, certains proposant une correction publique, d'autres individuelle, d'autres une simple évaluation individuelle, parfois différée.

Un professeur parmi tous les professeurs observés développe les apprentissages individuels dans le cadre d'apprentissages collectifs et tente de gérer plutôt collectivement les comportements difficiles par rappel des règles de vie de la classe. Cette gestion se fait difficilement mais les séances de mathématiques, bien que fréquemment interrompues, sont conduites à leur terme dans un temps acceptable par l'institution.

La contradiction entre individuel et collectif se retrouve aussi au niveau du fonctionnement de l'équipe pédagogique. L'instabilité chronique des équipes, une trop faible prise en compte collective des problèmes généraux de comportements au niveau de l'école, une relative absence de choix pédagogiques collectifs conduisent souvent les maîtres à faire face individuellement et non collectivement aux difficultés qu'ils rencontrent. Ceci a pour effet de les fragiliser et de conduire les élèves à accentuer leurs différences de comportements en fonction des caractéristiques personnelles des enseignants (sexe, âge, présentation, etc.).

2.4. Contradiction entre le temps de la classe et le temps d'apprentissage

Les enseignants observés sont conduits à privilégier un traitement instantané des apprentissages comme des comportements au détriment d'un traitement dans la durée. Ceci nous semble lié à la logique de la "réussite" immédiate dans laquelle ils s'installent.

Le temps d'apprentissage semble se réduire au temps de classe : les enseignants observés font peu confiance à ce qui pourrait être travaillé hors l'école ; par ailleurs ils évitent de travailler plusieurs jours de suite sur un même objet de savoir par crainte de lasser leurs élèves. Le savoir est ainsi découpé en micro tâches qui sont proposées à plusieurs jours d'intervalle sans que des liens soient clairement identifiables et identifiés entre les différentes séances.

Souvent la gestion quotidienne effective du temps est en contradiction avec les déclarations des professeurs : ceux-ci disent manquer de temps, mais dans la classe, ils réduisent les temps d'apprentissage pour éviter les conflits ou les gérer. En fait dans de nombreux cas, ce sont les élèves qui sont maîtres du temps ou qui essaient de le devenir. Ces interruptions rapides de l'activité sont aussi dus à une obsolescence plus rapide en ZEP qu'ailleurs des situations d'enseignement. Perrin-Glorian avait déjà souligné ce phénomène à propos des élèves en difficulté (Perrin-Glorian, 1992). Il est nettement amplifié dans les classes de ZEP observées.

2.5. Contradiction entre une logique de projet et une logique d'apprentissage

Suivant en cela les orientations ministérielles, les professeurs observés cherchent à mettre en place des « projets innovants » avec l'objectif prioritaire de socialiser et de « motiver » leurs élèves. Des heures spécifiques sont réservées au « projet » dans l'emploi du temps, mais peu de liens sont envisagés entre ces projets et l'"ordinaire" de la classe et peu d'évaluations en terme d'apprentissage pour les élèves sont conduites relativement au projet.

Nous constatons par ailleurs une obsolescence rapide des projets mis en place et la recherche constante de nouveaux projets que nous pourrions caractériser comme une sorte de « course à l 'innovation ».

Ces contradictions n'ont pas les mêmes effets sur l'économie du professeur comme sur les apprentissages des élèves. La première peut déboucher sur la quasi-disparition des apprentissages scolaires ou sur le départ de l'enseignant vers d'autres postes. Le dépassement des autres nous semble avoir moins d'effets. En effet, comme nous le verrons dans la suite de la réponse majoritaire apportée par les enseignants se traduit du côté du professeur par un abaissement des exigences mais s'accompagne toujours d'apprentissages, certes limités, du côté des élèves.

Ces contradictions et tensions existent aussi dans d'autres classes mais elles sont, à notre avis, particulièrement exacerbées en REP. Tous les professeurs observés doivent y répondre mais leurs réponses sont différentes comme nous le prouve la catégorisation exposée dans la suite.

Tous les professeurs d'école enseignants les mathématiques en REP doivent gérer ces contradictions. Les réponses apportées au-delà des singularisations observées présentent des caractéristiques partagées par plusieurs individus d'un même groupe professionnel. Ce sont ces régularités que je précise maintenant. Deux types de catégorisations des pratiques observées ont été élaborés.

3. Une première catégorisation des pratiques professionnelles observées en trois i-genres

Nous allons définir chacun de ces i-genres en faisant appel à des indicateurs relevant essentiellement des composantes cognitive, médiative et institutionnelle.

3.1. Eléments caractéristiques de l'i-genre n°1 (S.I.A.R)

Deux professeurs confirmés enseignant respectivement en CM2 et CP s'inscrivent dans ce premier i-genre .

Des indicateurs relevant plutôt de la composante cognitive : les professeurs proposent des scénarii faisant une grande part à la résolution individuelle d'exercices d'application non précédés d'un travail sur la notion en jeu. Les séances sont organisées la plupart du temps selon un schéma du type : présentation collective ou non de l'exercice, résolution individuelle correction publique. On observe une quasi-absence de phases de synthèse ainsi qu'une absence de phases d'institutionnalisation. Les professeurs concernés anticipent sur les difficultés des élèves. Cela se traduit le plus souvent par un abaissement des exigences.

Des indicateurs relevant plutôt de la composante médiative : les professeurs pratiquent un étayage consistant, relayé éventuellement par un tutorat organisé entre élèves. Le traitement des comportements est plutôt individualisé. Les enfants de ces classes travaillent en silence, et sont rappelés à l'ordre au moindre manquement. Il semble que ce mode de gestion très individualisé, très strict et très sévère, très proche d'une séance d'aide aux devoirs des anciens répétiteurs soit une réponse à des comportements d'élèves très difficiles.

Des indicateurs relevant plutôt de la composante institutionnelle : les professeurs maîtrisent la gestion du temps. Ils mettent en œuvre selon des modalités diverses une forme de pédagogie différenciée : groupes de niveaux, tâches individualisées grâce à des fiches, activités complémentaires.

Les élèves remplissent des fiches tout au long de la journée. Ces professeurs valorisent les élèves en leur attribuant fréquemment des « bonnes notes ».

Ce premier i-genre se caractérise donc par une individualisation de l'enseignement, une algorithmisation des tâches, une gestion individualisée et sévère des comportements et un abaissement des exigences. Sévérité, individualisation, algorithmisation des apprentissages et réduction des objectifs d'apprentissage étant des caractéristiques de cet i-genre, je le désignerai par les initiales : S.I.A.R

3.2. Eléments caractéristiques de l'i-genre n° 2 (M.I.A.R)

Sept professeurs sur les dix observés s'inscrivent dans cet i-genre, très majoritaire dans notre échantillon. Il s'agit des deux professeurs des écoles débutantes enseignant en CP (Mle Noémien et Mle Cathie) et de 5 professeurs des écoles plus anciennes dans le métier : une enseigne en CP, une en CE_2, une dans un double niveau CE_2/CM_1, une en CM_1 et une en CM2.

Des indicateurs relevant plutôt de la composante cognitive : les professeurs relevant de cet i-genre proposent des scénarii faisant une part importante à la présentation collective de l'activité proposée. Au cours de cette phase, les élèves sont questionnés collectivement ou nominativement, le professeur montre, explique, dit comment faire. Cette phase peut même dans certains cas jouer le rôle de phase "d'institutionnalisation à priori" ou encore de "leçon modèle". Mais d'en d'autres cas, il s'agit juste de l'ostension simple d'un exemple qui sera à reproduire ensuite. Cette phase plus ou moins longue est suivie d'un temps de résolution individuelle d'exercices d'application. Cette résolution peut être autonome ou tutorée, elle peut être suivie d'une correction individuelle, d'une correction publique ou peut ne donner lieu à aucun temps de correction immédiate. On observe une quasi-absence de phases de synthèse (2 maîtres se distinguent un peu en faisant des synthèses ponctuelles) ainsi qu'une absence de phases d'institutionnalisation. Les professeurs anticipent sur les difficultés des élèves. Cela se traduit le plus souvent par un abaissement des exigences, parfois même l'exercice proposé est complètement résolu collectivement avant que les élèves aient à le résoudre individuellement.

Des indicateurs relevant plutôt de la composante médiative : les professeurs pratiquent un étayage consistant, relayé éventuellement (pour les classes de cycle 3) par un tutorat organisé ou spontané entre élèves. Le traitement des comportements est plutôt individualisé (5 professeurs sur 7). Les maîtres recherchent et entretiennent la motivation des élèves par le recours soit à des jeux (3 professeurs sur 7), soit à des projets périscolaires (6 sur 7).

Des indicateurs relevant plutôt de la composante institutionnelle : la gestion du temps échappe partiellement, voire totalement, aux maîtres et peut s'éloigner des normes institutionnelles (5 professeurs sur 7). Les professeurs mettent en œuvre selon des modalités diverses une pédagogie différenciée : groupes de niveaux (4 maîtres), tâches individualisées grâce à des fiches (7 maîtres), activités complémentaires (7 maîtres). Les élèves sont très fréquemment valorisés grâce à des encouragements, des bons points et bien sûr, quand existe une notation, par des bonnes notes.

Cet i-genre comme le précédent se caractérise par un enseignement et un traitement des comportements individualisé, une algorithmisation des tâches s'accompagnant d'une réduction des exigences d'apprentissage. Il s'en distingue par une absence de maîtrise du temps didactique et une stratégie d'obstention. Le traitement des comportements souvent violents des élèves se fait sur un mode individualisé, plein d'attention traduisant une volonté de comprendre et un grand respect de l'enfant en tant qu'individu. Cette attitude se fait très souvent au détriment de l'avancée du temps didactique et des apprentissages. Monstration, individualisation, algorithmisation et réduction des exigences (MIAR) carcatréisent ce deuxième i-genre.

Ces deux premiers i-genres présentent des caractéristiques communes : la réussite est privilégiée au détriment des apprentissages, c'est une logique de l'individuel qui l'emporte sur une logique du collectif car il y très peu de synthèse collective et pratiquement aucune phase d'institutionnalisation.

3.3. Eléments caractéristiques du i-genre n°3 (A.P.E.C)

Un professeur débutant enseignant en CE_2 (M. Sébastien) se distingue nettement des autres professeurs.

Des indicateurs relevant plutôt de la composante cognitive : quand le contenu se prête à une organisation centrée autour de la résolution de problèmes, le professeur propose des scénarii d'enseignement et d'apprentissage proches d'une organisation exposée en formation : présentation de situations-problèmes parfois complexes, temps significatif laissé à la recherche des élèves sans trop de négociation à la baisse, formulation et bilan des stratégies, institutionnalisation, réinvestissement contextualisé puis décontextualisé. Il organise des phases collectives de mise en commun des productions, de synthèse et d'institutionnalisation.

Quand le contenu relève plutôt de l'apprentissage ou de la maîtrise d'une technique, le professeur adapte les scénarii précédents en respectant certains principes. Les tâches proposées sont consistantes du point de vue mathématique et nécessitent l'emploi ou la maîtrise de la technique visée. Leur prescription est faite collectivement et s'accompagne souvent d'une simulation collective ainsi que d'un contrôle quasi systématique de la compréhension individuelle des élèves. Le travail individuel qui suit ne se réduit pas à des tâches élémentaires ou à de simples applications. Ce travail débouche souvent mais non systématiquement sur des bilans collectifs, des synthèses et des institutionnalisations.

Précisons davantage les parts respectives de monstration et de recherche autonome des élèves. La monstration peut devenir importante quand il s'agit de faire acquérir une technique ou quand il s'agit d'installer un milieu plutôt matériel[50] nécessaire à un travail individuel.

Quels que soient les types d'activités, le professeur alterne phases collectives et phases individuelles ou par petits groupes.

Des indicateurs relevant plutôt de la composante médiative : la gestion des médiations dépend également des contenus enseignés. Quand le contenu est nouveau, l'enseignant n'apporte qu'une aide légère aux élèves en difficulté sans trop baisser les exigences. Par contre, il propose un étayage important lors des phases de formulations.

Quand le contenu n'est plus nouveau ou quand il s'agit de l'apprentissage de techniques, le professeur apporte une aide individualisée éventuellement importante aux

[50] Le terme de milieu matériel est utilisé au sens de la théorie des situations (PERRIN-GLORIAN M.J.)

élèves qui en ont besoin mais cette aide s'inscrit dans un questionnement serré qui vise plus à relancer la recherche mathématique qu'à donner la solution.

Ces questionnements participent à une sollicitation constante, parfois rapide mais relativement efficace de tous les élèves de la classe. Nous retrouvons dans ce deuxième type de séance un étayage toujours aussi important lors des phases de formulation qui permet de pallier les difficultés d'expression des élèves. Les reformulations du maître restent toutefois proches en terme de contenus des propositions des élèves.

Ce professeur traite les comportements sur un mode plutôt collectif par des références fréquentes au groupe classe. Les conflits entre élèves mais aussi entre élèves et enseignant sont très nombreux (lors la première année d'observation) et hachent le déroulement des séances. Elles sont fréquemment interrompues par le règlement de ces conflits ou par des rappels à l'ordre. Moins nombreux la seconde année, ils restent toutefois assez fréquents.

Des indicateurs relevant plutôt de la composante institutionnelle : il valorise individuellement les travaux des élèves notamment dans le cadre d'un affichage public de leurs productions. Il entretient leur motivation en les faisant participer à des projets périscolaires. Il manifeste le souci de respecter le temps institutionnel.

Ce troisième i-genre peut donc se caractériser par des scénarii ménageant la recherche de problèmes consistants, par des exigences en terme d'apprentissage, par une place laissée au collectif dans les apprentissages comme dans le traitement des comportements et par un étayage limité mais adapté au public. Adaptation, problème, exigence et collectif sont des termes permettant de caractériser cet i-genre que je désignerai par la suite par les initiales A.P.E.C.

4. Une seconde caractérisation des pratiques enseignantes observées : e-genres

Les i-genres ainsi définis peuvent se décliner de manière à définir des environnements mathématiques et des modes de vie et de travail dans la classe de statuts très différents, environnements que nous avons désignés dans un premier temps par l'expression "styles de classe de mathématiques" (Butlen, Peltier-Barbier, Pézard 2002a). Pour éviter toute confusion avec le concept de style défini par Y. Clot, nous l'appelons e-genre (cf. partie 4, chapitre 1).

Ces environnements nous semblent être la trace à la fois de la représentation que se fait le professeur de sa mission éducative et de sa conception personnelle de ce que sont les mathématiques. Ils permettent une nouvelle caractérisation de la cohérence des pratiques effectives d'un enseignant. Ils sont définis grâce à des indicateurs relevant principalement de la composante personnelle. Mais comme je l'ai indiqué en introduction, les conceptions des enseignants déterminent pour une part les itinéraires cognitifs proposés aux élèves et les médiations qui les accompagnent. Le e-genre permet donc de modéliser un mode de réalisation du i-genre partagé par un groupe de professionnels. L'existence de régularités interpersonnelles nous a amené à identifier cet intermédiaire entre ordre du métier, i-genre et style.

Le premier i-genre correspond à un e-genre, le second à trois e-genres et le dernier à un e-genre. Un des e-genres définis permet de caractériser des pratiques enseignantes s'inscrivant dans deux i-genres différents (un et deux).

Pour les enseignants relevant du genre 1, la classe apparaît principalement comme un <u>lieu d'exécution de tâches scolaires</u>. Pour ces professeurs, l'école est un lieu où il faut que les élèves fassent leur métier d'élèves, les mathématiques sont une discipline ardue, rigoureuse, voire rigide, dans laquelle on ne peut réussir qu'à force d'entraînement, en apprenant essentiellement à appliquer des règles par imitation.

Pour les sept professeurs relevant du i-genre 2, nous distinguons trois e-genres différents.

L'environnement mathématique créé par quatre de ces professeurs est plutôt, comme dans le genre 1, un lieu d'exécution de tâches scolaires. Il s'agit de deux professeurs confirmés (CP et CE_2) qui ont plutôt une conception utilitaire des mathématiques. Il faut enseigner les mathématiques car c'est utile pour ces élèves là, par exemple, de savoir compter. Leur enseignement répond également à une injonction institutionnelle (programmes de l'école élémentaire). Les deux professeurs débutants développent aussi un tel e-genre bien que leurs conceptions des mathématiques soient peut-être plus nuancées. Les mathématiques peuvent servir à la formation de l'esprit mais les élèves, trop faibles, ne peuvent pas résoudre des tâches complexes. Ils proposent donc essentiellement des exercices d'application.

Pour deux professeurs confirmés (CE_2/CM_1 et CM_1), la classe est plutôt considérée comme un lieu de vie et d'échanges autour de sujets variés, éventuellement mathématiques. Les élèves doivent aimer aller à l'école, ils doivent s'y sentir bien. C'est souvent le caractère utilitaire des mathématiques qui est mis en avant. Les mathématiques sont utiles pour la vie quotidienne. Les mathématiques peuvent être des outils de modélisation du réel mais la faiblesse des élèves interdit de traiter vraiment cet aspect de la discipline. Le traitement des exercices mathématiques va parfois se faire dans le registre de la vie pratique au détriment des notions dont l'apprentissage est visé.

Enfin pour le professeur confirmé enseignant en CM2, la classe est aussi plutôt un lieu d'acquisition de comportements cognitifs et d'une certaine forme d'autonomie. Ce professeur attribue à l'école le rôle d'apprendre à apprendre. Il essaie de développer au maximum l'autonomie de ses élèves, leur esprit d'initiative, leur aptitude à raisonner. Les mathématiques contribuent à former l'esprit, puisqu'il s'agit d'une discipline logique et rigoureuse. L'accent est davantage mis sur les démarches que sur les résultats ; peu de savoirs sont institutionnalisés.

Enfin pour l'enseignant du i-genre 3, une des missions essentielles de l'école semble être de permettre aux élèves de construire des savoirs. Les mathématiques font partie de ces savoirs. Considérant que la résolution de problèmes, qu'ils soient internes aux mathématiques ou issus d'autres disciplines, est une caractéristique essentielle des mathématiques, le rôle de l'enseignant est donc de proposer aux élèves des problèmes leur permettant de construire ou de s'approprier des savoirs mathématiques. Les mathématiques servent aussi à former l'esprit. La classe est alors un lieu de construction et d'exposition des savoirs. Notons que ce professeur débutant est titulaire d'une licence de mathématiques.

Tous les types de pratiques observées ont cependant pour caractère commun leur très grande fragilité. Le maintien des équilibres trouvés est très coûteux. Il nécessite une vigilance permanente et une dépense d'énergie tant physique que mentale très importante. Tous les professeurs essaient d'exercer leur métier de manière efficace mais ils sont amenés à faire des choix. En particulier, signalons la patience et la ténacité des maîtres affectés en première nomination en REP qui ont dû faire face à des conditions institutionnelles très précaires. Au mois de février de la première année, compte tenu des départs en stages, des démissions, avec 5 mois d'ancienneté, deux de ces maîtres débutants étaient (provisoirement) les enseignants les plus anciens de l'école[51]. Ils n'ont pas cédé sur ce qu'ils considéraient comme essentiel : la socialisation et le respect des règles de vie de l'école.

[51] Dans le même REP, une professeure d'école affectée à l'issue de l'IUFM dans une école maternelle s'est vue confiée dès le premier jour, la direction de l'école car elle était l'enseignante la plus expérimentée. ? En effet, elle avait été recrutée sur la liste complémentaire et avait exercé à ce titre quelques mois comme stagiaire avant de bénéficier de la seconde année de formation.

Ce coût semble pouvoir cependant être diminué lorsque l'institution soutient et valorise le travail des maîtres par divers moyens, en particulier par une reconnaissance personnelle : accueil de stagiaires, interventions dans des stages, etc.

Quel que soit le degré de cohérence, les i-genres et e-genres décrits précédemment sont, à chaque niveau de constitution des pratiques observées, le résultat de compromis entre les réponses aux contraintes sociales, institutionnelles et cognitives qui pèsent sur chaque professeur et les conceptions personnelles de chacun.

Nous pouvons résumer cette catégorisation en i-genres et e-genres sous forme d'un tableau récapitulatif. Cette catégorisation est le résultat d'une élaboration collective qui synthétise les observations et analyses des pratiques des professeurs d'école ayant plusieurs années d'ancienneté effectuées par l'équipe de recherche de l'IUFM de Rouen[52] et celles menées par l'équipe de l'IUFM de Créteil[53] centrées sur les professeurs débutants.

[52] Peltier-Barbier M.L., Ngono B.
[53] Butlen D., Masselot P., Pézard M.

Indicateurs	i-genre 1	i-genre 2	i-genre 3
	2 PE « confirmés » : CM_2, CP	2 PE débutants de CP 5 PE « confirmés» : CP, CE_2, CE_2/CM_1, CM_1, CM_2	1 PE débutant de CE_2
Composante cognitive	Des scénarii faisant une grande part à la résolution individuelle d'exercices d'application non précédés d'un travail sur la notion en jeu. Des séances organisées selon le schéma : Les séances sont organisées la plupart du temps selon un schéma du type : - Présentation[54] collective ou non de l'exercice, - résolution individuelle (éventuellement tutorée), - correction publique. - une quasi-absence de phases de synthèse - une absence de phases d'institutionnalisation - une anticipation sur les difficultés des élèves s'accompagnant d'un abaissement des exigences	Des scénarii faisant une part importante à la présentation collective de l'activité proposée. Au cours de cette phase, les élèves sont questionnés collectivement ou nominativement, le professeur montre, explique, dit comment faire. Il s'agit soit d'une institutionnalisation a priori, soit d'une ostension. Des séances organisées selon le schéma : - présentation[55] collective ou non de l'exercice, - résolution individuelle (éventuellement tutorée), - correction individuelle ou publique, voire absence de correction immédiate - Une quasi-absence de phases de synthèse - Une absence de phases d'institutionnalisation. Une anticipation sur les difficultés des élèves s'accompagnant d'un abaissement des exigences	Des scénarii d'enseignement proches d'une organisation exposée en formation : - présentation de situations-problèmes parfois complexes, - un temps significatif laissé à la recherche des élèves sans trop de négociation à la baisse, - des phases de formulation et bilan des stratégies, - des institutionnalisations, - des réinvestissements contextualisés puis décontextualisés..

[54] Il peut arriver que cette présentation se limite à l'énoncé du numéro de l'exercice ou de la fiche concernés.
[55] Il peut arriver que cette présentation se limite à l'énoncé du numéro de l'exercice ou de la fiche concernés.

Composante médiative	Un étayage consistant relayé éventuellement par un tutorat organisé Un traitement plutôt individuel des comportements Les élèves travaillent en silence, et sont rappelés à l'ordre au moindre manquement. Une gestion très individualisée, très strict et très sévère, très proche d'une séance d'aide au devoir des anciens répétiteurs. Une recherche et un entretien de la motivation des élèves par le recours à des projets périscolaires.	Un étayage consistant, relayé éventuellement (pour les classes de cycle 3) par un tutorat organisé ou spontané entre élèves. Un traitement des comportements plutôt individualisé (5 professeurs sur 7). Une recherche et un entretien de la motivation des élèves par le recours par le recours soit à des jeux (3 professeurs sur 7), soit à des projets périscolaires (6 sur 7).	des manuels récents[56], reprenant plus ou moins en compte les résultats des recherches en didactique des mathématiques. un cahier de mathématiques et des photocopies fréquentes. Un étayage léger pendant les recherches Un étayage important lors des phases de formulation. Il traite les comportements sur un mode plutôt collectif par des références fréquentes au groupe classe. Un entretien de la motivation par le recours à des projets périscolaires

[56] "Le Nouvel Objectif Calcul", "Apprentissages mathématiques (ERMEL), "Spirale".

Composante institutionnelle	Le professeur maîtrise la gestion du temps. Une mise en œuvre selon des modalités diverses une forme de pédagogie différenciée : - tâches individualisées grâce à des fiches correspondant à des niveaux de compréhension et de preformance, - des activités complémentaires. Une valorisation des élèves grâce à l'attribution de « bonnes notes »	Le professeur perd en partie, parfois totalement la maîtrise du temps (5 PE sur 7). Une mise en œuvre selon des modalités diverses une forme de pédagogie différenciée : - des groupes de niveaux(4 PE sur 7) - tâches individualisées grâce à des fiches correspondant à des niveaux de compréhension et de performance (7 PE sur 7) - des activités complémentaires. (7 PE sur 7) Une valorisation des élèves grâce à des encouragements, des « bons points »…			Souci de respecter le temps scolaire Une valorisation du travail des élèves en le rendant publique
Critère « unificateur » ou distinctif des i-genres	La réussite est privilégiée au détriment des apprentissages Une logique de l'individuel qui l'emporte sur une logique du collectif : peu de synthèse collective, disparition des phases d'institutionnalisation				
Composante personnelle	Les mathématiques sont une discipline ardue, rigoureuse, voire rigide, dans laquelle on ne peut réussir qu'à force d'entraînement, en apprenant essentiellement à appliquer des règles par imitation. L'école est un lieu où il faut que les élèves fassent leur métier d'élèves.	Il faut apprendre des mathématiques parce que : - cela sert dans la vie (compter, calculer) - l'institution le demande (programmes) **Les PE débutants pensent aussi que les mathématiques servent à former l'esprit*	Les mathématiques ont une utilité sociale certaine et peuvent déboucher sur la modélisation du quotidien Les élèves doivent aimer aller à l'école et s 'y sentir bien.	Les mathématiques servent à former l'esprit, Accent mis sur la démarche L'école à pour mission d'apprendre à apprendre	Les mathématiques sont problématiques et servent à former l'esprit

E-genres	Lieu d'exécution de tâches scolaire		lieu de vie et d'échanges autour de sujets variés	Lieu d'acquisition de comportements cognitifs et d'une certaine forme d'autonomie	Lieu de construction et d'exposition des savoirs
Professeurs concernés	CM2 CP	$2CP_{débutants}$,CP,CE2	CE_2/CM_1, CM_1	CM_2	$CE_{2débutant}$

5. Une construction rapide des pratiques

Les équilibres établis par les différents enseignants observés le sont très rapidement et ne semblent pas étroitement liés à leur degré d'ancienneté. Les premières observations des maîtres débutants ont eu lieu au second trimestre de leur première année d'affectation ; les équilibres étaient déjà en place, les i-genres étaient déjà affirmés. Les observations au cours de l'année suivante, tout en faisant apparaître une plus grande assurance chez ces maîtres, mettent en évidence une permanence des caractéristiques précédemment observées.

Il semble donc y avoir une construction très rapide de pratiques qui rejoignent celles de collègues plus anciens.

Bien que soumis à des contraintes semblables, seul un professeur débutant sur les trois met effectivement en œuvre des situations proches de celles présentées en formation. Les deux autres enseignants déclarent en avoir l'intention mais ne pas pouvoir les réaliser compte tenu de la faiblesse cognitive des élèves et de leurs comportements difficiles.

Ces trois enseignants se distinguent de leurs collègues plus anciens par leur choix de manuels scolaires et plus généralement par les ressources pédagogiques utilisées. Ils utilisent des manuels récents, inspirés par des réflexions didactiques, alors que leurs collègues plus anciens utilisent des fiches. Celles-ci ne souvent isolées, ne sont plus utilisées dans le contexte original ; les maîtres ne connaissent plus la source de cette documentation.

Comment peut-on expliquer les effets relativement faibles de la formation didactique en mathématiques dispensée à l'IUFM ?

Cette absence de différences importantes entre les pratiques des débutants et des autres est a priori étonnante. Elle est sans doute due à divers facteurs. Les contraintes qui pèsent sur les maîtres de REP sont sans doute si fortes qu'elles uniformisent massivement les pratiques en réduisant considérablement les possibilités de réponses individuelles. Les pratiques majoritaires semblent se diffuser très rapidement dans le milieu REP par différents circuits y compris institutionnels (rencontres spontanées entre pairs, mais aussi animations en circonscriptions, stages, et rencontres dans le cadre du réseau REP). Il y a sans doute ici la manifestation d'un habitus spécifique aux REP :

> *dans nos classes, ce n'est pas la peine d'essayer de mettre en place ceci, mais tu peux faire cela, ça marche bien.*

L'expérience professionnelle liée à l'ancienneté ne semble pas entraîner de modifications dans les pratiques car les équilibres trouvés par ces maîtres correspondent peut-être à une réponse optimale en terme de coût et entrent sans doute en résonance avec leurs conceptions initiales du métier.

Les systèmes de contraintes contradictoires qui pèsent sur ces enseignants ne sont évidemment pas du même type que ceux que nous avons décrits dans le paragraphe précédent pour les professeurs de seconde année de formation.

Les réponses à ces contradictions apportées par les maîtres ont-elles leur origine dans la formation initiale ?

La réponse à cette question n'est pas aisée. Il est en effet très difficile de distinguer ce qui relève des conceptions des maîtres, de leurs « savoir-faire » techniques, du poids des contraintes auxquelles ils sont assujettis.

Nous pouvons toutefois apporter des éléments de réponses et quelques pistes de réflexion.

Les deux professeurs débutants du i-genre 2 (enseignant en CP) déclarent lors d'un entretien que la formation ne les a pas préparés à enseigner en REP car elle porte essentiellement sur l'enseignement en classe standard. En particulier, ils disent que l'IUFM ne leur a pas donné les moyens de « *savoir jusqu'où on peut aller avec les élèves* », (exigences relatives aux apprentissages). Par contre, ils soulignent l'importance et l'apport des discussions avec leurs collègues de l'école. On peut penser que le manque d'informations apportés en formation initiale a été comblé en partie au moins par l'équipe pédagogique, les contacts informels avec les collègues du réseau, etc. Cela doit sans doute faciliter l'inscription dans un des i-genres majoritaires 1 ou 2 car les conseils doivent être essentiellement prodigués par des maîtres de ce type. Ces collègues plus anciens apportent des réponses immédiates aux difficultés rencontrées par les professeurs débutants. Ces conseils leur permettant de mieux gérer aux quotidiens les conflits, ils se rallient assez rapidement à ces manières de faire. L'entretien passé avec les maîtres débutants du i-genre 2 montre toutefois que ce ralliement ne se fait pas sans réticences. Ainsi, ces deux professeurs d'école décrivent de manière lucide les dérives qui accompagnent ce genre. Ils sont conscients d'abaisser leur niveau d'exigence, de poser des problèmes trop simples, de trop aider les élèves mais ils déclarent ne pas pouvoir faire autrement.

On peut s'interroger sur la manière dont sont traitées, en formation initiale, les contradictions évoquées ci-dessus. Certaines injonctions institutionnelles sont évidemment relayées par l'IUFM : construire des projets polyvalents, socialiser les élèves, lutter contre la violence à l'école, prendre en compte les diversités cognitives, différencier l'enseignement. Mais l'accent est aussi mis, dans les enseignements disciplinaires et didactiques notamment mathématiques, sur les exigences en terme d'apprentissage, sur l'importance des phases collectives, de bilan, sur les institutionnalisations. Il semble que ces secondes informations ne soient pas suffisamment mises en relation avec les premières. Le professeur débutant ne peut pas s'appuyer sur une présentation comparative et de complémentarité pour choisir telle ou telle stratégie ou pour adapter aux conditions des REP les dispositifs évoqués en formation. Cette absence de synthèse rend les stagiaires plus réceptifs aux arguments de leurs collègues plus anciens.

Des conceptions de professeurs d'école débutants favorisent certainement une inscription dans le genre majoritaire. Leur passé scolaire plutôt conflictuel avec les mathématiques peut les rendre plus sensibles à certains propos. Le souvenir de leurs difficultés en tant qu'élève peut les amener à privilégier une individualisation des apprentissages et des enseignements et à essayer de créer un climat dans l'école de bien-être. La transmission de contenus peut apparaître comme secondaire, voire conditionnée par cet objectif. Cette appropriation sélective de certains éléments de formation initiale est d'autant plus forte qu'elle semble, en surface du moins, rejoindre certaines injonctions ministérielles.

Enfin, nous pouvons donner un autre élément de réponse. La mise en œuvre de scénarii d'enseignement du type de ceux du i-genre 3 nécessite une maîtrise de certains gestes professionnels et des contenus enseignés. Gestes notamment qui conditionnent la réalisation des phases collectives d'institutionnalisation et plus généralement la gestion des changements de statut de la connaissance. Je développe cette question dans le chapitre suivant consacré à une analyse fine de l'activité du professeur du genre 3.

Le prochain chapitre a pour objet de préciser les gestes et routines associés aux genres que je viens de mettre en évidence.

III. GESTES, ROUTINES ET GENRES PROFESSIONNELS

J'analyse donc quelques gestes professionnels qui interviennent dans la réalisation de moments clés de l'activité des professeurs débutants et qui leur permettent de mettre en œuvre effectivement leur stratégie.

Comme dans le chapitre précédent, je centre mon analyse sur les processus de dévolution, régulation et institutionnalisation. Ces gestes sont de plusieurs types, certains concernent la passation de la consigne, la gestion des phases de bilan, synthèse et institutionnalisation, d'autres concernent la gestion des interactions avec les élèves (étayage, gestion des phases de formulation), d'autres enfin moins marqués par les mathématiques ont à voir avec la gestion, pendant les séances de mathématiques, des comportements des élèves (violents ou inhibés). Plusieurs de ces gestes participent conjointement à la mise en œuvre d'automatismes que j'ai appelés routines. Elles permettent de décrire des modes de réalisation des i-genres définis dans le chapitre précédents.

L'activité du professeur révèle le genre. Les gestes professionnels et les routines étudiés entrent dans la réalisation de grands moments de cette activité. Ils permettent donc de caractériser comment ces genres se différencient et se contextualisent dans l'exercice quotidien du métier.

La mise en œuvre de ces gestes est conforme à des choix plus globaux. La stratégie générale de l'enseignant détermine les gestes du quotidien. Ces derniers permettent la réalisation de la stratégie. Les gestes professionnels s'organisent en routines qui elles-mêmes déterminent des stratégies conformes au genre. Cette organisation cohérente des pratiques rend leur étude difficile car chaque niveau ainsi défini dépend des autres.

Afin de mettre en évidence la manière dont sont marqués gestes et routines par le i-genre, j'analyse plusieurs protocoles, considérés comme exemplaires. Selon les routines étudiées, j'analyse certaines phases du scénarii, limitées dans le temps ou j'étudie les interactions entre élèves et maîtres (nombre d'élèves sollicités, nature des questions, nombre, nature et longueurs des interventions).

1. Un exemple de deux routines différentes mobilisées par un professeur du i-genre n°3 (APEC[57])

1.1 Un premier exemple : la gestion des phases de synthèse en vue d'une institutionnalisation

Il s'agit de décrire l'activité du professeur lors de la gestion des phases de synthèse et de bilan. Les phases de synthèse, de bilan et d'institutionnalisation forment à l'école primaire un ensemble d'étapes finalisé par les savoirs à institutionnaliser. Les premières ont pour but à la fois de formuler publiquement les démarches, procédures et éventuelles connaissances produites ou mobilisées lors de la résolution d'un exercice et de les comparer et valider publiquement. Ce travail débouche sur l'institutionnalisation de méthodes ou connaissances particulières. C'est évidemment l'enseignant qui prévoit, organise le choix des objets à institutionnaliser.... Il s'agit de transformer des connaissances individuelles et contextualisées en savoirs collectifs, reconnus culturellement et décontextualisés. Ces connaissances mobilisées plus ou moins partiellement par des élèves deviennent alors des savoirs de référence. L'absence de ces phases collectives identifiée dans les pratiques des enseignants

[57] APEC : Adaptation, Problème, Exigence et Collectif

des deux premiers i-genres est a priori préjudiciable pour les apprentissages des élèves. J'analyse dans ce paragraphe quelques gestes professionnels de M. Sébastien qui participent à la réalisation de ce processus. En fait, ce processus est continu, il ne se limite pas aux seules phases de synthèse mais est amorcé dès la présentation collective du problème et la phase de recherche des élèves et se poursuit lors des différents exercices de réinvestissement.

1.1.1 La situation

Le problème proposé aux élèves est le suivant : « *les Dalton ont enlevé le chien de Lucky Luke qui doit payer une rançon en pièces de 10F. Combien de pièces de 10 francs chacun des Dalton aura-t-il ? Averell veut 260 F. Jack veut 860 F. William veut 1500 F. Joe veut 2000 F.* »

C'est un problème de numération présenté dans un contexte très particulier, celui de la monnaie qui peut cacher la notion mathématique visée. En effet, nous pouvons penser que le maître attend des élèves l'activité mathématique suivante : traduire la question « Combien de pièces de 10 francs chacun des Daltons aura-t-il ? » en la question plus décontextualisée « Combien de dizaines y-a-t-il respectivement dans 260, 860, 1500 et 2000 ? ». L'activité visée nécessite donc une première décontextualisation suivie d'une recontextualisation afin de répondre à la question posée en terme de pièces de 10F. Une seconde décontextualisation s'effectue ensuite lors de l'institutionnalisation quand le professeur reprend et généralise cette première décontextualisation. Des exercices de réinvestissement faisant recours ou non au contexte particulier de la monnaie sont ensuite proposés. Notons toutefois que le contexte permet à certains élèves d'apporter une réponse exacte à la première question posée sans pour autant avoir mobilisé les connaissances de numération attendues.

1.1.2 La routine et les gestes professionnels mis en œuvre

Etudions comment le professeur gère les différents niveaux de réponses des élèves.Après une phase de recherche d'une quinzaine de minutes, nous avons observé onze productions d'élèves (travaillant par binôme) correspondant à six procédures différentes dont deux erronées.

Le tableau ci-dessous montre que 8 élèves sur 22 seulement mobilisent plus ou moins explicitement des connaissances liées à la numération. Leurs réponses restent dans le contexte du problème, celui de la monnaie. Les analyses des nombreuses observations, confirmées par les entretiens qui ont suivi montrent que l'organisation des phases de synthèse et d'institutionnalisation est très stable. J'ai repéré, de manière répétée, trois types d'activités correspondant à des gestes professionnels différents que je précise sur l'exemple particulier choisi.

Lors de la phase de recherche des élèves, Sébastien observe et hiérarchise les productions des élèves afin de décider quels seront les élèves interrogés lors de la phase de synthèse et dans quel ordre. Durant celle-ci, le professeur étaye, si besoin est, les formulations des élèves. Enfin, il organise la phase de synthèse qui débouche sur une institutionnalisation de sa part (non étudiée ici). Détaillons chacune de ces activités et les gestes associés.

1.1.2.1 Un premier geste : l'observation et le tri des productions et performances des élèves

La première étape consiste en une observation précise des productions des élèves pendant la phase de recherche du problème. Celle-ci est finalisée par le choix des élèves à interroger. Le professeur évalue l'économie et le degré d'expertise de chaque procédure. Il fait un choix parmi les erreurs produites, ne retenant que celles dont une explicitation permet d'améliorer la compréhension collective. Enfin, les élèves interrogés doivent pouvoir, au moins en partie, formuler oralement et par écrit les procédures mobilisées.

Procédures mises en œuvre et reprises lors de la phase de synthèse

Types de procédures	**exemples**	**Nombres d'élèves concernés**	**Reprise lors de la synthèse**
	Procédures erronées		
Calculs difficiles à interpréter (multiplications et additions)	26 20 x100 x60 260 80	2	Non
Procédure P1 : Multiplication des données (posées ou en ligne)	Il faut 2600 pièces de 10F 260 x10 000 2600 2600	8	Oui (première interrogation)
	Procédures pouvant mener à la réussite		
Procédure P2 : Décomposition multiplicative justifiée par des additions réitérées	10 20x10 + 60 = 260 + 10 + ... + 10 200	4	Oui (deuxième interrogation)
Confusion dans la rédaction entre nombre de pièces, valeurs de celles-ci ou somme correspondante. Erreur significative d'une difficulté à décomposer un nombre donné en nombre de dizaines et à s'abstraire du contexte de la monnaie	Averell je veux 260 ? $10 + 10 + 6 = 260^F$ JACK veut 860^F. $80+6 = 860^F$ William veut 1500F 100^F pièces de 10^F et 50 pièces de 10^F : 1500^F. Joé veut 20000^F. 20000 pièces de $10^F = 20000$	2	Non
Procédure P3 : Décomposition de chaque somme faisant apparaître le nombre de pièces de 10 F (numération de position implicite).	$260^F = 26$ pièces de 10^F $860^F = 86$ pièces de 10^F $1500^F = 150$ pièces de 10^F	4	Oui (troisième int.)
Procédure P4 : Explication de l'utilisation de la règle des zéros	Averell a 26 pièces de 10 francs. Jack a 86 pièces de 10F... Calculer : On a enlevé un zéro à chaque personne.	2	Oui (Quatrième int.)

1.1.2.2 Un second geste : l'étayage des formulations des élèves pendant la synthèse

Au cours de la synthèse, les formulations orales des élèves sont très souvent pauvres et correspondent à des niveaux de décontextualisation intermédiaires entre le contexte du problème et le savoir mathématique en jeu. Le tableau ci-dessous montre que les interventions des élèves interrogés sont très courtes (en moyenne de 3 à 4 mots). Les phrases sont rarement complètes.

Interventions des élèves lors de la synthèse[58]

Episodes	Nombre d'élèves différents interrogés	Nombre d'interventions élèves	Nombre moyen de mots prononcés
4.2 Etude d'une production erronée	7 au plus	11	5,9
4.3 Etude de la procédure P2	2	9	2,8
4.4 Etude de la procédure P3	6 au plus	16	2,8
4.5 Exposé de la procédure P4	1	5	1,8
4.6 Exposé de la procédure P4	1	13	6,6
5 Institutionnalisation	2	3	2
total	18 élèves au plus	57	3,6

Le plus souvent les formulations orales les plus riches sont produites par les élèves ayant mobilisé les procédures les plus expertes. Afin de permettre la compréhension des procédures exposées par les élèves interrogés, Sébastien s'appuie en général sur des écrits. Les élèves doivent rédiger et justifier leur démarche par écrit. Ces productions sont affichées au tableau lors de la synthèse. De plus, le professeur reformule les dires des élèves comme le montre l'exemple ci-dessous. Il s'agit de l'exposé d'une stratégie basée sur la numération et la règle permettant de calculer et d'écrire le produit d'un nombre entier par 10^n, n entier. L'explicitation de cette méthode se fait à l'aide d'un tableau de numération.

Tableau écrit au tableau noir par le professeur

c	*d*	*u*

puis

c	*d*	*u*
2	*6*	*0**

** le zéro est effacé par l'élève interrogé ; le maître conclut sur cette règle.*

> *P : Alors MAT tu viens nous expliquer un petit peu ce que tu as fait.*
> *(...)*
> *MAT : Averell voulait 260 F en pièces de 10 F. Et... parce qu'on enlève un zéro...*
> *P : Alors tu vas expliquer à nouveau, et moi à côté je vais dire quelque chose. Donc il y avait la méthode de FAB, 26 fois 10 F est égal à 260 F. Donc 26 est le nombre de pièces. Alors maintenant la*

[58] les interventions inaudibles ou ne comportant que le seul mot « euh... » sont considérées comme ayant une longueur nulle

méthode de MAT : tu l'expliques à nouveau ! FAB n'a pas compris. Ecoute ! Tout le monde écoute ! Même MEG qui est cachée !
MAT : Eh ben faut qu'on enlève le zéro parce que il voulait que... 260 pièces de 10 F...
P : Attends, STE nous a interrompu. Si tu n'écoutes pas STE... c'est important. Vas y reprends.
MAT : Si on met 260 pièces de 10F, ben... ça fait plus que 260 F
P : Oui
MAT : ...alors, il faut enlever un zéro, et tu peux dire... 26 fois 10... alors... Ca fait 260F.
P : Alors tu vas nous mettre...
MAT : ... zéro...
P : Alors tu nous écris 260 au tableau. Alors tu dis : si je veux savoir le nombre de pièces de 10 F, il suffit d'enlever un zéro. Enlève le zéro. Et 260 unités maintenant.
MAT : ...on en a 26 unités
P : On a 26 unités ? Regarde... (Le professeur désigne le tableau de numération).
MAT : On a 26 dizaines.
P : Et une dizaine c'est quoi ?
MAT : Euh...
P : Une dizaine, c'est égal à quoi, une dizaine, ...combien d'unités ?
MAT : Dix...euh...dans soixante dizaines...
P : Isa, fais-moi une dizaine.
ISA : ... une dizaine, c'est 10 unités.
P : Une dizaine, c'est 10 unités. Donc... Mat nous a dit 260 F, c'est 260 unités ; pour savoir le nombre de pièces de 10 F, il faut savoir le nombre de paquets de 10 que l'on peut faire. Eh bien, il suffit que j'enlève mon zéro.
Et j'ai combien de paquets de 10 ? ...
P : Parce que 26 dizaines, j'enlève ? Il y a combien de paquets de 10 ? 26 dizaines ?
E : 26 dizaines, ça fait...
P : Ca fait combien de paquets de 10 ?
E : Ca fait...26 paquets de 10.

Cet étayage dépend de la qualité de la formulation de l'élève interrogé. Quand l'élève manifeste de grande difficulté pour exprimer oralement sa démarche, le professeur intervient davantage. Ainsi l'essentiel de l'explicitation orale de la procédure P2 (la moins experte des procédures produites) est assuré par le professeur. Il complète les quelques mots prononcés par l'élève afin d'énoncer des phrases compréhensibles par tous.

1.1.2.3 Un troisième geste : l'organisation de la synthèse, vers l'institutionnalisation

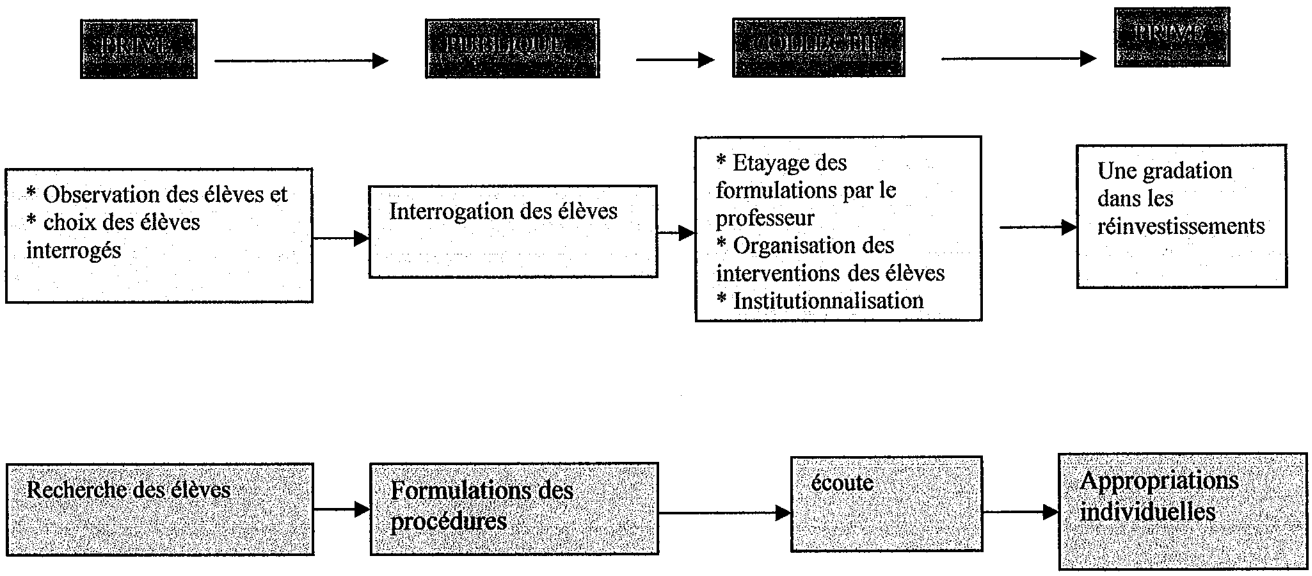
Les élèves désignés par le professeur exposent leurs procédures. Cette synthèse est organisée selon trois principes. Le professeur ne prend pas en compte les productions trop difficilement interprétables. L'exposé des procédures est gradué. Il commence par des exemples de non compréhension du problème (procédure P1 décrite ci-dessus) ; il se poursuit par l'explicitation de procédures plus ou moins économiques (procédures P2 et P3) ; il se termine par l'énoncé de la procédure la plus experte produite (procédure P4). Enfin, cette synthèse débouche sur l'institutionnalisation de la procédure experte prévue par le maître.

Cette dernière reprend la procédure P4 tout en la replaçant dans un contexte plus général, celui de la numération.

1.1.2.4 Un ensemble finalisé et cohérent de trois gestes

Tout se passe comme si ces trois gestes permettaient au professeur de construire une histoire fictive des productions des élèves. Cette histoire se fonde sur un exposé ordonné de nouvelles formulations des actions et des propositions des enfants obtenues grâce à une maïeutique. Ces nouvelles formulations restent proches de celles des élèves, mais elles permettent à Sébastien de conclure par une institutionnalisation s'adressant à toute la classe. Le professeur peut ainsi transformer les itinéraires particuliers des élèves en un itinéraire générique acceptable par tous. L'histoire des productions de la classe ainsi reconstruite a pour but de favoriser l'adoption par tous de la procédure experte.

Ces trois gestes professionnels constituent une routine. Elle s'appuie sur une dialectique entre privé, public et collectif. Le professeur observe et choisit les productions privées de certains élèves. Il rend ces démarches publiques en permettant à leurs auteurs de les formuler oralement ou par écrit (sous forme d'affiches). Il leur donne un statut collectif en assurant, par un étayage important, la compréhension de l'ensemble de la classe et en les réorganisant selon leur degré d'expertise. Chaque élève peut ainsi s'approprier individuellement le savoir institutionnalisé. Des exercices de réinvestissement dans un premier temps contextualisés puis décontextualisés (sans référence au contexte de la monnaie) sont ensuite proposés dans le but d'assurer cette appropriation individuelle.



L'analyse des performances des élèves relevées lors de ces activités de réinvestissement montre que ce type d'enseignement est assez efficace au moins à court terme pour un nombre significatif d'élèves.

Cette routine n'est sans doute pas spécifique des pratiques des enseignants de ZEP/REP mais elle permet de gérer les difficultés cognitives spécifiques de ce public d'élèves.

Illustrons à l'aide d'un second exemple les notions de routines et de gestes.

1.2 Un second exemple de routine : l'enrôlement des élèves et les modes de médiation associés

Etudions maintenant comment, en fonction des contenus mathématiques, ce professeur organise lors de la séance l'enrôlement des élèves et les médiations nécessitées par cet enrôlement. Quatre gestes interviennent : une sollicitation constante des élèves, un mode de réponse aux résistances manifestées par les élèves lors de changements de contrat ou de tâches ou de statut de la connaissance, une aide individualisée limitée à la maîtrise de techniques, un étayage important des formulations orales des élèves.

J'ai évoqué dans l'exemple précédent un de ces gestes : l'étayage des formulations orales des élèves lors des phases de synthèse. Etudions les autres composants de cette routine.

Lors de toutes les séances observées, les élèves sont très sollicités, tant dans les phases collectives que dans les phases de travail individuel, même si leurs interventions sont parfois très courtes. Cette sollicitation constante semble avoir pour but d'entretenir un rythme de travail important. Par exemple, lors de la présentation d'une activité, en six minutes, le professeur intervient individuellement auprès de 20 élèves différents (sur 22). Il maintient ainsi une «pression» qui assure la réalisation au moins partielle de l'activité mathématique visée.

1.2.1 <u>Une gestion adaptée de la résistance forte des élèves aux changements de tâches et de contrat</u>

Les élèves résistent (bruyamment, voire parfois violemment) aux changements d'activités. Le professeur réduit ces résistances par des rappels à l'ordre individuels ou collectifs adaptés aux manifestations des élèves. Ces rappels à l'ordre font partie intégrante d'une gestion globale des comportements, de l'installation et de l'entretien de méthodes de travail : sollicitation constante des élèves, maintien des exigences, rappels des règles de vie collective. Cette gestion constitue une autre routine de type 1 (cf. chapitre 1, partie 3)

Afin de mieux cerner le mode de gestion des comportements (violents ou au contraire très inhibés) des élèves, j'ai comptabilisé la fréquence et les moments des « rappels à l'ordre » émis par le professeur lors des séances observées. Je prends en compte les rappels à l'ordre visant à rétablir le calme et ceux visant à établir une attitude d'écoute ou de travail. Ils concernent donc l'écoute des élèves, leur comportement apparent, le niveau sonore, les déplacements... Ils peuvent concerner des élèves particuliers ou la classe dans son ensemble.

Lors de la séance de résolution du problème des « Dalton », nous décomptons ainsi au moins 65 interventions de ce type qui peuvent être plus ou moins longues (de un mot à plusieurs phrases).

<u>Nombre de rappels à l'ordre par épisodes, séance de résolution du problème : « les Daltons »</u>

Episode	Sous épisode	Type d'épisode	Nombre d'interventions
1		Dévolution	1
2		Recherche des élèves	5
3		Retour au calme (au cours de la recherche)	5
4	4.1	Retour au calme avant la synthèse	**9**
	4.2	Etude d'une production	**10**
	4.3	Etude d'une production	4
	4.4	Etude d'une production	4
	4.5	Etude d'une production	0
	4.6	Etude d'une production	4
5		institutionnalisation	1
6	6.1	Préparation du matériel en vue d'un réinvestissement	**13**
	6.2	Exercice de réinvestissement n°1	2
	6.3	Exercice de réinvestissement n°2	7
total			65

Le tableau ci-dessus montre que les moments où ces rappels sont les plus nombreux sont d'une part le début de l'activité mathématique et d'autre part les passages d'un type de tâche à un autre. Ces difficultés de gestion semblent donc liées soit à la dévolution d'une tâche nouvelle, soit à un changement local de contrat accompagnant un changement du statut de la connaissance (passage d'une d'action à une production, à une formulation, à une validation, passage à un réinvestissement suite à une institutionnalisation). En particulier, dans cette séance, les épisodes concernés sont le début de la synthèse des productions des élèves ou la préparation du matériel en vue d'un réinvestissement. L'entrée dans une tâche localement nouvelle semble vraiment difficile à négocier pour le professeur.

Une fois engagés dans la résolution de la nouvelle tâche (recherche, synthèse, réinvestissement), les élèves respectent davantage, du moins apparemment, les règles de vie de la classe. Notons que l'on ne peut pas réduire ces changements de comportement à l'effet d'un engagement dans l'action puisque ces enfants sont capables d'écoute et d'attention lors des phases de bilan et d'institutionnalisation.

Je fais l'hypothèse que ces moments de transition nécessitent une intervention fine de l'enseignant. Le nombre et la durée des rappels à l'ordre peuvent s'avérer déterminants : un trop grand nombre ou une durée trop importante risqueraient d'interrompre trop longuement l'activité et rendre plus difficile encore l'entrée des élèves dans l'activité. De plus, une centration trop prononcée du maître sur certains élèves perturbateurs pourrait cristalliser des comportements agressifs. Plusieurs interventions (au moins 9) s'adressent ainsi à un élève particulier, élève agité, colérique, assez violent. L'attitude du maître oscille alors entre des rappels à l'ordre et une indifférence feinte face à ces bruyantes manifestations.

<u>1.2.2. Un étayage individualisé limité aux techniques</u>

Un nombre important des interventions du professeur porte sur des aides techniques, des demandes d'explicitations ou des relances d'activités. Ces très nombreuses sollicitations permettent également d'apporter une aide individuelle rapide mais efficace aux élèves en difficulté.

Par exemple, lors d'une séance de géométrie portant sur la notion de rayon du cercle, l'étayage se limitera à l'usage des instruments et laissera une part non négligeable de la résolution des questions mathématiques à la charge des élèves. Les élèves doivent définir le rayon d'un cercle comme la longueur commune aux segments joignant un point du cercle au centre de celui-ci. Pour cela, ils doivent construire plusieurs disques, les découper, les plier plusieurs fois selon différents diamètres et identifier l'invariant en question. Ces actions préalables pourraient interdire aux élèves ne maîtrisant pas suffisamment ces techniques de tracé ou de pliage d'aborder la notion en jeu.

L'étayage se caractérise souvent par un questionnement très serré et rapide accompagné d'aides techniques. L'exemple ci-dessous illustre cette démarche.

« *P : Comment vas-tu faire pour savoir l'écartement de ton compas là ? Comment vas-tu faire ? Montre-moi comment tu vas faire pour savoir comment tu dois écarter ton compas ? Bien comment vas-tu faire avec ? Comment vas-tu faire ? Bien vas-y, fais-le, montre-moi ! Non, sans la règle, sans la règle ! Avec le compas ! Comment vas-tu faire pour savoir comment tu dois écarter ton compas? Comment vas-tu faire pour régler le compas ?* »

L'analyse des entretiens avec Sébastien nous amène à penser que ce mode de gestion alternant phases collectives et phases individuelles nécessite une implication physique et nerveuse très importante, coûteuse en fatigue pour le professeur. Il lui permet toutefois de maintenir un enrôlement suffisant. Il s'agit à la fois de dévoluer la tâche attendue, de faire entrer grâce à une médiation l'élève dans la tâche, mais aussi de lui faire accepter et réaliser son « métier d'élève ». L'analyse du comportement et des productions des élèves lors des séances que nous avons observées le confirme. Nous rejoignons ici les résultats de travaux mettant en évidence l'enrôlement des élèves comme étant un but dominant de l'enseignant (Robert, Rogalski, 2003, Vannier-Benmostapha, 2002).

La gestion des interactions professeur/élève permet donc à cet enseignant de réaliser son projet d'enseignement, de mettre effectivement en œuvre des choix plus globaux conciliant l'existence d'une recherche individuelle consistante et un étayage suffisant pour éviter des abandons trop nombreux et trop rapides. Les interactions lors de la phase de recherche semblent finalisées par cet objectif.

Cet exemple confirme une des hypothèses émises au chapitre 1 : la notion de routine (et dans une moindre mesure, celle de gestes) suppose une adaptabilité de l'enseignant qui va de pair avec une automatisation. L'étayage s'adapte à l'activité projetée pour l'élève et au but poursuivi de l'enseignant. Ceux-ci renvoient à des choix plus généraux sur lesquels, nous reviendrons ci-dessous.

1.3. Conclusion

Ces deux exemples de routines sont caractéristiques du i-genre dans lequel s'inscrivent les pratiques de Sébastien. Leur mise en œuvre est conforme à des grands globaux. L'identification de ces routines permet de repérer dans l'activité quotidienne du professeur, les stratégies générales qui déterminent sa manière d'enseigner.

Pour préciser encore les liens existant entre gestes professionnels, routines et genre, je vais décrire un exemple de gestes relatifs à l'enrôlement des élèves, associés au genre majoritaire et qui se distinguent nettement de ceux explicités pour le genre minoritaire.

2. Un exemple de routine associée au deuxième i-genre (MIAR)

Comme Sébastien, Corinne est une professeure d'école débutante affectée en première nomination dans une école scolarisant des élèves issus de milieux très défavorisés. Nous l'avons observée pendant deux années consécutives. Pour la seconde année, elle enseigne dans une classe de CP, dans la même école. La séance décrite a été observée au second semestre. Elle a été construite en réponse à une demande des chercheurs. En effet, afin de mesurer la stabilité des pratiques déjà observées et analysées, nous avons demandé à cette enseignante de mettre en œuvre une séance de mathématiques comportant la résolution d'un problème engageant les élèves dans une recherche effective et consistante. Nous n'avions jusque là jamais observé de séance de ce type. Il s'agissait donc de savoir comment ce professeur gérait ce type d'activité.

2.1. Présentation de l'activité

Corinne a choisi de proposer un problème à ses élèves et de les faire travailler par binôme (en réponse à une contrainte matérielle volontairement fixée : un document et un seul crayon pour deux). Comparons le scénario prévu par le manuel et la mise en œuvre effective de l'activité.

Le problème n'est pas extrait du manuel habituellement utilisé. Il a été volontairement choisi par le professeur dans un autre manuel car il paraît correspondre davantage aux connaissances et performances des élèves.

Le recours au tableau et à une image (cf. image 1 ci-dessous) présentant les informations nécessaires est probablement considéré comme un élément facilitateur

Etudions le déroulement effectif de la séance.

La situation est traitée collectivement question par question. Les élèves disposent de très peu de temps de recherche individuelle (quelques secondes). La professeure interroge très vite un élève. Un grand décalage apparaît entre les procédures ébauchées par les élèves (plutôt primitives relevant du comptage : dénombrement des 29 enfants par exemple) et celle proposée par l'enseignante (plutôt experte, privilégiée par l'énoncé et relevant d'un calcul additif, par exemple : 29 = 4 + 6 + 12 + 7). Ces procédures primitives peuvent être induites par le découpage de la tâche proposée par la professeure. En effet, celle-ci traite la première question puis la seconde. Un élève dénombre à haute voix, le nombre d'enfants dans le premier atelier puis dans le deuxième, etc. A chaque fois, les élèves doivent reproduire individuellement cette énumération et écrire le résultat dans la case correspondante du tableau. Pour résoudre la seconde question, les élèves dénombrent un à un jusqu'à 29 les prénoms du tableau et ne proposent pas d'écritures additives, reproduisant pour l'ensemble de la collection l'énumération effectuée pour chaque atelier. De même, certains élèves, probablement encore engagés dans ce type de tâche, essaieront de dénombrer une à une les crêpes directement sur l'image (question 3) sans imaginer que les bulles de l'illustration peuvent contenir des informations sur le nombre de crêpes.

Image n°1

Le centre de loisirs

Ateliers du mercredi 12 février		
		Total
Pâtisserie	Ali, Marie, Pierre, Émilie.	4
Bibliothèque	Ahmed, Lucas, Annie, Sandrine, Enrique, Yann.	
Parcours sportif	Leïla, Songul, Aurélie, Sébastien, Jean, Dalila, Catherine, Nicolas, Marc, Cédric, Vincent, Claire.	
Musique et danse	Aurélie, Célia, Thierry, Ludovic, Xavier, Mohssen, Hafid.	

Chaque mercredi les enfants du centre de loisirs s'inscrivent aux ateliers de l'après-midi.

1. Pour chaque atelier, compte le nombre d'enfants et complète le tableau.

2. Avec le signe +, écris le nombre total d'enfants.

3. Avec le signe +, écris le nombre de crêpes préparées à l'atelier de pâtisserie

4. Chaque enfant aura-t-il une crêpe ?

Entoure la bonne réponse et explique pourquoi : oui non

L'activité de la plupart des élèves se réduit à reproduire sur le même exemple la procédure privilégiée collectivement, voire seulement à recopier le résultat.

P : Ensuite. Parcours sportif. Qu'est-ce que ça veut dire parcours sportif ? Plusieurs sports. Combien il y a d'enfants ?
Alors on y va. Le premier c'est qui ?
E : LEI.
P : LEI, après.
P : Alors combien y-a-t-il d'enfants là ?
Dans toute cette case il n'y a qu'un enfant.
E : 12
P : Compte.
E : (à voix basse) : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. 12 !
Bon, mettez bon. Ecrivez combien vous trouvez d'enfants, on va voir.
E : On écrit.
P : En bas.
En face du sport où est-ce que tu vois un petit enfant qui fait du sport.
E : Là.

P : 4, on a dit c'est pour la pâtisserie, 6 pour la bibliothèque, et puis là vous avez 12. On va voir combien on peut en compter.

Le schéma ci-dessous traduit la manière dont ce professeur conduit la résolution de chacune des trois questions du problème.

Image 2

Lecture (étayée par le professeur) de l'énoncé de la question de l'exercice par un élève, explicitation des termes utilisés

↓

Formulation d'éléments de réponse par des élèves, éventuellement refusés (ou ignorés) par le professeur si la réponse (ou la démarche) ne corresponde(nt) pas à celle(s) attendue(s)

↓

Formulation partielle par les élèves d'éléments de la réponse attendue grâce à une maïeutique basée sur des questions très fermées

↓

Nouvelle formulation par le professeur de la réponse attendue

↓

Copie par les élèves des réponses attendues, vérification individuelle du travail effectué, aide individualisée

Il est significatif de la stratégie générale mise en œuvre par cette enseignante.

Au cours de la phase de présentation collective de l'activité, les élèves sont questionnés collectivement ou nominativement, le professeur montre, explique, dit comment faire. Cette phase joue le rôle de phase "d'institutionnalisation a priori. Il s'agit de l'ostension d'un exemple qui sera à reproduire ensuite. Les productions des élèves sont quasi systématiquement validées individuellement par le professeur. On a ici une routine qui est composée de gestes professionnels élémentaires et qui traduit une organisation invariante de l'enrôlement des élèves dans l'activité et du contrôle de cet enrôlement. Elle est composée de gestes professionnels finalisés : lecture étayée de l'énoncé, mode d'interrogation des élèves, rejet ou reprise des formulations des élèves afin qu'elles correspondent finalement à l'attente du professeur, contrôle individualisé de la restitution par les élèves de la réponse attendue.

2.2. Le produit de contraintes et de représentations

Ces choix répondent à des contraintes mais s'expliquent aussi par les représentations de l'enseignant sur les capacités des élèves de ZEP/REP.

Lors d'un entretien, nous avons induit de ses propos que cette professeure débutante est consciente des choix effectués et des dérives possibles. Mais ils lui semblent quasi inéluctables. Elle pense que cela ne correspond pas à ce qui a été conseillé en formation initiale. Elle mesure bien le degré de proximité d'une situation avec celles étudiées pendant la formation mais elle pense que certaines séances seraient impossibles à mettre en place en ZEP/REP. Elles lui paraissent trop complexes, soulevant des problèmes matériels non gérables et ne correspondant pas aux capacités d'attention et de concentration des élèves ...

Le scénario mis en œuvre traduit essentiellement une volonté de « rassurer les élèves». En ZEP/REP, l'incertitude est plus grande car l'engagement des élèves dans une tâche nouvelle est plus difficile. Le professeur doit très rapidement pallier cette difficulté afin de réduire les risques de débordement. Ces derniers sont renforcés par la résistance plus forte déjà évoquée des enfants à tout changement, aussi petit soit-il, de tâche, de statut de la connaissance ou de contrat. Cela amène l'enseignant à découper les tâches, à les simplifier afin d'assurer une réussite immédiate de l'élève.

Ce type de pratiques correspond également à des représentations sur les élèves de ces milieux. Doutant, par exemple, de leur capacité à travailler en groupe, cette professeure choisit de privilégier systématiquement l'individualisation des apprentissages. Après avoir présenté collectivement l'activité, l'essentiel du suivi est individuel. Doutant de la possibilité d'engager collectivement les élèves dans une tâche plutôt difficile, la professeure préfère mettre en œuvre un engagement individuel même si celui-ci s'accompagne d'une réduction des exigences et d'une modification de la tâche prévue.

L'exemple montre que cette manière d'exercer résiste. Cette enseignante reproduit dans le cadre d'une situation problématique (incitée par le chercheur) la stratégie mise en œuvre quotidiennement.

3. Des routines très distinctes

J'ai décrit ci-dessus des gestes professionnels associés à une routine visant l'enrôlement et le contrôle de l'activité des élèves. Elle se distingue nettement de celle mise en œuvre par Sébastien (cf. première partie de l'article). Ces deux routines révèlent des choix très différents associés à des conceptions différentes sur les connaissances et compétences des élèves concernés. Alors que Sébastien limite son aide lors de la phase de recherche individuelle des élèves à des apports techniques, Corinne lors d'une présentation collective préalable résout entièrement le problème (par étapes) et limite l'activité des élèves à une reproduction de la solution.

Les deux professeurs étayent beaucoup les formulations des élèves lors des phases collectives. Ils justifient tous les deux cet étayage par les difficultés d'expression. Mais cette médiation s'appuie pour Sébastien sur une phase d'action alors qu'elle la précède et l'oriente pour Corinne. Le moment et la finalité sont différents.

L'aide individualisée consistante apportée lors des phases de travail individuel, apparemment analogue, ne porte pas sur les mêmes objets et ne remplit pas le même rôle pour les deux professeurs.

Je pourrais ainsi multiplier les exemples de gestes différents associés à des genres différents. Ils peuvent impliquer des activités différentes chez les élèves.

Les gestes professionnels et les routines permettent de décrire la manière dont un individu donné résout un type de tache, les différentes actions qui lui permettent de le faire et les différentes connaissances qu'il mobilise à cette occasion. Je me suis plus particulièrement intéressé à l'organisation de ces actions, à leur articulation. Il en est de même des connaissances mobilisées.

Ces gestes et routines recoupent toutefois des régularités interpersonnelles. En associant gestes et routines aux genres, je n'étudie plus un sujet donné mais un professionnel, membre d'un groupe social, exerçant son métier dans des conditions données et soumis à des contraintes que j'ai précisées au chapitre 2. Gestes et routines permettent alors de décrire comment un enseignant met en œuvre des stratégies caractéristiques du genre dans lequel il s'inscrit. La notion de genre, terme emprunté à l'ergonomie cognitive et adaptée à notre objet de recherche nous permet d'expliquer les différences observées. Cela permet aussi de préciser comment ces gestes et routines sont progressivement maîtrisés ou rejetés par un individu donné. Les contraintes auxquelles les enseignants sont assujettis mais aussi les échanges entre collègues jouent un rôle important dans ce processus. Nous verrons au chapitre suivant, comment l'analyse de certaines difficulté rencontrées par des professeurs novices dans la mise en actes de projet d'enseignement permet de préciser les conditions d'acquisition de ces gestes.

4. Retour sur la notion de i-genre

La démarche que nous avons adopté pour analyser les pratiques enseignantes est pour une part pragmatique. La catégorisation des pratiques exposée au chapitre deux a été établie à partir d'indicateurs relevant des composantes cognitive, médiative, personnelle et institutionnelle définies par Robert et Rogalski (2002). La composante sociale intervient principalement dans la définition des contraintes auxquelles sont soumis les professeurs d'école enseignant en ZEP et dans l'identification des contradictions qui en découlent.

Les indicateurs sont définis a priori. Ils permettent d'identifier les i-genres et e-genres. La question se pose de la portée des résultats ainsi obtenus et de la pertinence des catégories ainsi définies. Notre analyse et la catégorisation qui en résulte ne prétendent à l'exhaustivité, l'échantillon est trop faible pour cela. De plus, nous n'avons pas a priori déterminé à l'aide de ces indicateurs tous les i-genres ou e-genres possibles. Une telle démarche aurait peut-être permis de définir a priori des candidats possibles et de les rechercher.

Notre méthodologie a été différente. Nous avons dans un premier temps chercher à identifier des contradictions et à caractériser les pratiques effectivement observées. Il me semble possible dans un deuxième temps, à partir des résultats obtenus de délimiter l'ensemble des i-genres susceptibles d'être recherchés.

Je développe en ce sens deux analyses complémentaires. La première repose sur une première analyse de nouvelles observations de professeurs d'école débutants. La seconde consiste à mettre en relation les contradictions repérées dans les pratiques des professeurs d'école observés avec les valeurs susceptibles d'être prises par les indicateurs évoqués ci-dessus.

Les indicateurs utilisés pour identifier un i-genre relèvent des composantes cognitive, médiative et institutionnelle.

4. 1. De nouvelles observations de professeurs d'école débutants

Durant l'année scolaire 2003-2004, j'ai observé quatre professeurs stagiaires affectés en première nomination dans des écoles de ZEP/REP très défavorisées. Le but de la recherche est différent ; il ne s'agit plus de catégoriser les pratiques mais d'évaluer des effets d'un accompagnement à la prise de fonction en ZEP de ces nouveaux titulaires sur leurs pratiques d'enseignement des mathématiques.

Les premières analyses (devant encore être confirmées) montrent la pertinence de la catégorisation élaborée précédemment. En effet, les pratiques de ces nouveaux professeurs semblent s'inscrire dans les genres 2 (deux sur quatre) et 3 (un sur quatre), un professeur semble hésiter entre les deux. Une analyse encore incomplète des diverses observations de séances de mathématiques peut laisser penser que la maîtrise des contenus mathématiques à enseigner joue un rôle important dans le choix futur. Ce professeur semble en effet limité dans la mise en œuvre efficace de scénarii relevant davantage du type 3 par des connaissances mathématiques pas assez sures. Il n'est pas toujours capable de comprendre, d'analyser et de hiérarchiser assez vite, dans l'action, les productions des élèves.

La maîtrise des contenus à enseigner semble donc un indicateur important pour une inscription dans le genre 3. Ce constat est confirmé par l'itinéraire universitaire du nouveau professeur du genre 3. Cette enseignante est comme Sébastien titulaire d'une licence de mathématiques.

A ce stade de l'analyse des nouvelles observations, notre catégorisation semble donc pertinente. De nouvelles analyses permettront de préciser l'importance relative des différents indicateurs.

4.2. Des contradictions et des cohérences qui réduisent les choix des enseignants

L'analyse des pratiques observées a fait apparaître trois résultats majeurs : la confirmation de la cohérence, de la stabilité et de la cohésion des pratiques enseignantes, l'existence de contradictions concernant tous les professeurs d'école enseignant les mathématiques en ZEP et une catégorisation en trois i-genres. Les deux premiers résultats peuvent expliquer le faible nombre d'i-genres trouvés et susceptibles d'être recherchés.

Nous avons identifié cinq grandes contradictions auxquelles sont soumis les professeurs d'école de ZEP/REP : contradiction entre logique de socialisation des élèves et logique des apprentissages, contradiction entre logique de la réussite et logique de l'apprentissage, contradiction entre individuel, public et collectif, contradiction entre le temps de la classe et le temps d'apprentissage, contradiction entre une logique de projet et une logique d'apprentissage.

La cohérence des stratégies observées comme le poids des contradictions auxquelles doivent répondre les professeurs d'école m'amènent à penser que certains choix sont exclusifs. Le nombre des i-genres en est alors réduit.

Les contradictions qui pèsent sur les enseignants sont telles que l'efficacité, au moins à court terme des réponses apportées limitent les demi-mesures. Certains choix en excluent d'autres. illustrons notre propos par deux exemples.

<u>4.2.1. Le choix du collectif ou de l'individuel.</u>

Plusieurs types de contraintes conduisent la majorité des professeurs d'école observés à privilégier une démarche favorisant des itinéraires cognitifs individualisés. Ils semblent les justifier a priori par un traitement individualisé des difficultés cognitives des élèves et ce même quand ces difficultés sont partagées par de nombreux éléments de la classe. Cette stratégie semble conforme aux injonctions institutionnelles. Elle répond aussi, à court terme, à la demande de rapport privilégié avec l'adulte exprimée fréquemment par les élèves. Le mode individuel peut apparaître dans un premier temps comme un mode de traitement adapté de la violence (déclarée ou rentrée) manifestée par ces élèves. Une fois installé, ce mode de travail et de traitement des comportements devient très difficile de le changer. Les élèves prennent l'habitude d'attendre l'aide individualisée, se désintéressent progressivement des moments collectifs et expriment leur mécontentement devant toute tentative de changement. Cette résistance est d'autant plus forte que les valorisations individuelles sont nombreuses.

La mise en œuvre de certains modes de pédagogie différenciée renforce ce processus d'individualisation et à terme élimine les moments collectifs. Une différenciation systématique des tâches se traduit assez rapidement par des classes constituées d'élèves pratiquant des activités différentes. Il devient alors très difficile de ménager des moments collectifs.

Une gestion alternant phases collectives et phases individualisées peut dérouter les élèves les plus faibles. En effet, peu habitués à appréhender les enjeux d'apprentissage, souvent hostiles aux changements, notamment de contrat, ils n'ont pas que rarement les moyens de différencier les activités nécessitant une gestion collective de celles plus adaptées à une approche davantage individualisée. La tentation est alors grande pour les élèves en difficulté de refuser les premières et de rechercher les secondes.

Nous avons vu que lorsqu'une démarche d'individualisation est adoptée par le professeur, elle touche de nombreux aspects de la fonction enseignante. Elle concerne les apprentissages disciplinaires comme les apprentissages plus généraux ou transversaux. L'enseignement des contenus mathématiques comme le traitement des comportements sont tous les deux concernés. C'est un effet de la cohésion des pratiques.

La contradiction entre collectif et individuel semble donc imposer des choix quasi dichotomiques et conduire à des stratégies très différentes. Tout se passe comme si le professeur devait privilégier très fortement un mode d'apprentissage plutôt qu'un autre. Les moments de correction que nous avons qualifiés de publics peuvent être interprétés comme des compromis peu satisfaisants pour le professeur. Il essaie ainsi de maintenir un espace collectif tout en respectant les cheminements individuels.

4.2.2. « L'engrenage » de la réduction des exigences

En didactique des mathématiques, Perrin-Glorian (1992) a mis en évidence un processus qui conduit les enseignants et les élèves à réduire leurs exigences en matière d'apprentissage. Les difficultés des élèves sont ainsi pérennisées, voire renforcées. Depuis, d'autres recherches ayant aux pratiques ont permis de mieux comprendre ce phénomène (Butlen, Pézard 1992, 2002). Ngono (2003) a analysé très finement les contraintes notamment sociales qui sont à l'origine du processus. Elle a montré comment les difficultés cognitives et socioculturelles des élèves se combinaient aux pratiques enseignantes pour créer puis développer de la différenciation.

Cette dérive peut expliquer l'éventail réduit des choix offerts au professeur d'école. Tout se passe comme si les enseignants étaient confrontés à un effet « boule de neige ». L'élève demande de l'aide et refuse le nouvel enrôlement qui lui est proposé. Le professeur ne peut pas ignorer la demande qui lui est faite car l'élève risque non seulement de refuser la tâche prescrite mais de manifester de façon plus désagréable son opposition. La réduction des exigences est alors une solution qui peut apparaître à court terme comme satisfaisante pour les deux parties.

Là encore, une alternance de moments où l'élève recherche seul ou avec ses pairs la réponse à la question mathématique qui lui est posée et de moments de tutorat est difficile à mettre en œuvre. Nous avons vu avec Sébastien qu'elle demandait des capacités d'adaptation, une maîtrise des contenus suffisante pour déterminer les limites à ne pas franchir et une dépense d'énergie très importante. L'intensité des interactions mise en évidence dans l'analyse du protocole ayant trait à la séance sur le rayon du cercle montre que ce professeur ne réussit à maintenir son niveau d'exigence que par l'exercice d'une pression quotidienne et dans la durée. L'entretien mené avec Sébastien (chapitre 3, partie 2) le confirme. Le professeur sait que les élèves vont essayer de l'amener à négocier à la baisse, il leur résiste. Les élèves réalisent assez vite que leur tentative ne va pas réussir, ils en ont déjà fait l'expérience et acceptent, au moins à court terme, de s'engager dans la tâche proposée.

L'engrenage de la réduction des exigences est étroitement lié à la réponse apportée à deux contradictions : celle qui oppose une logique de la réussite immédiate à une logique des apprentissages et celle qui oppose le temps des apprentissages et le temps de l'élève ou celui de la classe.

Une mise en regard des autres contradictions et des valeurs susceptibles d'être prises par les indicateurs définissant les i-genres permettrait de réduire le nombre des choix possibles.

Les effets de ces diverses contradictions peuvent se cumuler, le nombre de réponses possibles en terme de pratiques en est réduit d'autant. Des marges de manœuvre peuvent exister mais elles sont faibles. Le genre étant lié à la manière dont les enseignants les investissent, mieux comprendre ces marges de manœuvre contribue à préciser le genre.

La recherche en cours évoquée ci-dessus devrait permettre de préciser les poids respectifs des diverses contradictions qui pèsent sur les enseignants. L'analyse des effets d'une formation qui visent justement à élargir la palette des choix laissés aux enseignants, devrait déboucher sur une meilleure définition de ces marges de manœuvre.

IV. DES EXEMPLES DE DIFFICULTES LIEES A L'APPROPRIATION DE GESTES PROFESSIONNELS

Dans ce chapitre, j'expose les résultats d'une recherche portant sur l'analyse de pratiques effectives de professeurs d'école stagiaires en formation initiale. Cette étude se situe dans un travail plus général mené sur la formation des pratiques professionnelles des professeurs d'école et leur formation.

Dans un premier temps, je présente la problématique de cette recherche les éléments de méthodologie mobilisés particulièrement pour cette analyse. J'étudie dans un deuxième temps six exemples de difficultés rencontrées par ces maîtres novices lors de la réalisation de trois grands processus constitutifs de l'activité du professeur : les processus de dévolution, régulation et institutionnalisation. J'analyse ces difficultés comme le résultat d'une mauvaise maîtrise de gestes professionnels que je définis comme des activités élémentaires participant de l'activité du professeur d'école. Je centre mon travail sur les mises en actes de projets d'enseignement de mathématiques.

Dans un troisième temps, j'interprète ces difficultés comme des conséquences d'une recherche d'équilibre, de compromis entre différents types de contraintes relevant des domaines cognitif, médiatique, social, institutionnel ou enfin personnel. Ces équilibres encore fragiles et en construction s'accompagnent de manques, de stratégies de substitution qui peuvent se traduire par des malentendus[59] entre professeur et élèves, par un surcroît de fatigue dans l'exercice du métier. J'analyse ensuite comment les différents maîtres observés investissent les marges de manœuvres qui leur restent au-delà des contraintes auxquelles ils sont assujettis. J'utilise pour cela une méthodologie basée sur l'organisation des pratiques professionnelles des professeurs d'école exposées au chapitre un.

1. Problématique et compléments de méthodologie

1.1. Une étude de difficultés rencontrées par les professeurs stagiaires liées à la maîtrise de gestes professionnels

L'étude de la formation des pratiques professionnelles est trop vaste pour être traitée par un seul chercheur, j'ai en fait centré mon travail sur l'analyse de certains composants de l'activité du professeur : les gestes professionnels nécessaires à la réalisation des trois processus évoqués précédemment.

Je montre qu'une mauvaise maîtrise de ces gestes risque d'entraîner, pour le professeur novice, des difficultés dans la gestion de la classe. Ces difficultés semblent résulter en partie, soit du non-respect de contraintes incontournables relevant de l'ordre du métier, soit d'une installation précaire et incomplète dans un i(instruction)-genre dominant ou un e(éducation)-genre.

Je montre comment certains aspects des pratiques des professeurs d'école débutants observés peuvent s'interpréter comme des manques, dans l'action, par rapport aux pratiques

[59] J'utilise le terme de malentendus pour désigner des incidents dus à une incompréhension réciproque entre le maître et un ou plusieurs élèves. Cette incompréhension, à elle seule, n'hypothèque pas le bon déroulement de l'activité. Par contre, répétée trop souvent ou cumulée avec d'autres, le projet d'enseignement peut échouer. L'accumulation de ces incidents peut créer des malentendus plus grave, mis en évidence par d'autres chercheurs (Bautier, Rochex). Dans la suite de l'exposé, sauf indication contraire, J'utiliserai le terme de malentendus au sens d'incident ou de « malentendu élémentaire ».

d'enseignants plus experts. Ces manques peuvent s'accompagner de stratégies de substitution (Masselot, 2000) qui ont des effets sur les interactions entre maîtres et élèves et donc sur les apprentissages des élèves. Ainsi, ces manques comme ces stratégies de substitution conduisent souvent à des malentendus entre maître et élèves mais ont aussi des effets sur « l'économie de travail » du professeur. Ils peuvent entraîner notamment un surcroît de fatigue de ce dernier dû à un investissement personnel plus important lors de la séance.

Il s'agit de préciser comment le professeur novice met en œuvre son projet d'enseignement et régule en temps réel son action et celle de ses élèves. Cela conduit par exemple à apporter des éléments de réponse aux questions suivantes : quelles décisions prend-il pendant la classe ? A quelles adaptations procède-t-il ? Sur quelles informations s'appuie-t-il pour cela ?

Les processus de dévolution, de régulation et d'institutionnalisation ont à voir avec le projet d'enseignement, avec les itinéraires cognitifs prévus pour les élèves et les scénarii envisagés. Ils relèvent donc en partie de la composante cognitive (Robert et Rogalski, 2002). Ils sont mis en actes grâce à des gestes professionnels associés à des tâches plus précises de l'enseignant. Ces processus déterminent certaines interactions entre partenaires de la relation didactique et vont donc pouvoir aussi et surtout se décrire à l'aide de la composante médiative.

L'analyse des difficultés rencontrées par les professeurs stagiaires me permet de préciser comment les gestes professionnels participent de la constitution des différentes dimensions constituant les pratiques professionnelles observées.

Avant d'exposer les résultats de cette étude, je précise certains éléments de méthodologie.

Dans un premier temps, je donne les éléments de méthodologie générale utilisés pour mes différentes analyses. Je décris ensuite l'échantillon analysé et les raisons de ce choix. Enfin, dans un troisième temps, je donne des éléments de méthodologie plus spécifiques de chacune des analyses menées.

1.2. Eléments complémentaires de méthode

L'objet d'étude amène à privilégier dans l'analyse la composante médiative. Afin de dépasser le simple diagnostic relevant de cette seule composante et afin d'expliquer les choix effectués par le professeur, il paraît nécessaire de faire intervenir le projet d'enseignement, les connaissances mobilisées à cette occasion ainsi que les contraintes auxquelles il est soumis ponctuellement. Ces choix dépendent également des conceptions du maître sur l'enseignement et les élèves. Cela m'amène donc à prendre en compte les autres composantes des pratiques exposées dans le premier chapitre. Ces différentes analyses permettent de mieux cerner les gestes observés, de proposer des éléments d'explication relatifs à leur économie.

Afin d'analyser les effets de ces interventions sur les apprentissages comme sur les comportements des élèves, il me paraît indispensable d'étudier les décalages éventuels entre le projet de l'enseignant et sa réalisation effective. Pour cela, j'utilise la distinction faite par les ergonomes entre tâche prescrite par l'institution, tâche attendue par le stagiaire et activité effective des élèves.

Je peux en partie déterminer ces différentes tâches en comparant les propositions de scénarii et de déroulement issues du manuel scolaire utilisé, ceux prévus par le professeur stagiaire dans sa préparation (quand j'en dispose) et le déroulement effectif de la séance (protocole). Pour compléter cette étude et pour évaluer l'éventuel décalage existant entre les pratiques des enseignants novices et celles de leurs pairs plus expérimentés, je dispose du témoignage de conseillers pédagogiques ayant analysé certaines séances (directement ou à partir d'un document vidéo). Ces maîtres sont à la fois des professeurs expérimentés et des formateurs. Leur expérience devrait les amener à formuler des jugements traduisant pour une part ordre du métier et genres. En tant que formateurs, ils doivent aussi relayer certaines demandes institutionnelles. L'étude de leur discours devrait donc permettre de mesurer certains écarts entre les attentes de l'institution et la perception qu'en a le stagiaire. Les évaluations que ces conseillers pédagogiques formulent peuvent également renseigner sur certaines normes communes aux professeurs d'école (ordre du métier) et donc permettre de comparer les prestations des stagiaires aux normes de la profession.

Quand l'analyse le nécessite, je mets en œuvre des éléments de méthodologie spécifiquement adaptés. J'ai ainsi systématiquement découpé les protocoles des séances observées en épisodes constituant un tout relativement cohérent du point de vue des tâches effectuées par le maître ou par les élèves. La durée de chaque épisode, quand cela était possible, a été relevée et prise en compte. Pour analyser les difficultés liées à la gestion des interactions entre professeur et élèves, j'étudie en détail les interventions du professeur : leur contenu, leur fonction, leur nombre et leur durée. Je recoupe ces informations avec celles fournies par l'analyse des interventions des élèves. Afin d'évaluer, en fonction de l'activité en cours, le temps de parole imparti au maître et aux élèves, j'ai comptabilisé, par épisode, le nombre d'interventions de chacun et mesurer la longueur de ces interventions en comptant le nombre de mots prononcés par intervention.

Pour mieux comprendre les décisions prises lors du déroulement des séances par l'enseignant, j'analyse la gestion des variables intervenant dans les situations proposées aux élèves.

La mise en évidence de régularités intrapersonnelles dans la réalisation d'un type de tâches nécessite une certaine « épuration » du contexte qui est réalisée grâce à des schémas.

Comme je centre l'analyse sur trois processus[60] constitutifs de l'activité du professeur et que je cherche à isoler ce qui pourrait relever d'activités élémentaires, j'ai regroupé les interventions du professeur en tenant compte de ce critère. Si certaines interventions semblent facilement identifiables comme relevant d'un de ces processus, d'autres sont plus difficiles à classer. Ainsi, une question peut aussi bien s'inscrire dans un processus de dévolution que d'institutionnalisation.

Les interventions pouvant relever du processus de dévolution peuvent être regroupées en énoncés de consigne, en annonces d'activité, en demandes d'explicitation (questionnements)

Les interventions s'inscrivant davantage dans un processus de régulation peuvent être des rappels à l'ordre, des jugements ou évaluations, des aides apportées à des élèves, des encouragements... Les rappels à l'ordre peuvent être de deux types : les premiers concernent le comportement de l'élève (réponses à du bruit, à des tentatives de chahut..) ; les seconds sont plutôt des rappels des règles du métier d'élève en vue de rétablir ou de maintenir des attitudes de travail (au moins en apparence) : « *il faut bien écouter, faire attention à ce qui est dit !* », « *il faut lever le doigt avant de parler* », « *il faut lever l'ardoise au sign*al »...

[60] J'emploie ici le terme de moment dans un sens très large, il ne s'agit pas d'isoler dans le temps des activités du professeur ayant une unique fonction mais de qualifier des activités remplissant prioritairement mais pas exclusivement une des trois fonctions de dévolution, régulation ou institutionnalisation. Je suis conscient que ce sont des processus souvent imbriqués. Cet emploi est proche de l'usage fait par Sensevy (2000) et al des termes : dévoluer, instituer

Des interventions de même format, voire visant le même but immédiat peuvent relever d'un geste ou d'un autre. C'est le contexte qui permet de décider si elle relève plutôt d'un geste ou d'un autre. Ce contexte est en grande partie fourni par le découpage en épisodes de la séance.

Les parts relatives de questionnement, d'encouragement, d'apport d'informations, de rappels à l'ordre renseignent sur la nature des interactions, sur leur mode gestion. Elles apportent des informations sur la nature de l'activité du professeur. Afin de préciser encore ces interventions et leur portée, je dois prendre en compte les interlocuteurs visés (un élève individuel, un groupe d'élèves, l'ensemble de la classe).

Comme je me propose d'identifier des difficultés rencontrées par les professeurs novices, je dois isoler des indices révélateurs. La fréquence des rappels à l'ordre en est un car elle renseigne sur d'éventuelles « résistances » des élèves. Si je recoupe cette information avec la nature de l'activité proposée aux élèves, je peux émettre des hypothèses sur les causes éventuelles de ces « résistances ». Les indices relatifs au « volume sonore » émis par les élèves (relevé de manière qualitative par l'observateur) peuvent aider à mesurer le degré d'attention et d'écoute des élèves.

Enfin, le passage d'un questionnement ouvert à un questionnement fermé est souvent le signe d'une pression exercée par le maître afin d'obtenir les réponses attendues. Cela peut se faire au prix de l'instauration de malentendus. J'ai classé les questions du professeur en trois catégories : questions plutôt ouvertes, questions plutôt fermées mais ne comportant pas d'éléments de réponse, questions très fermées comportant des éléments de réponse (par exemple question « à trou »).

De même, le passage d'un dialogue entre le maître et la classe entière au dialogue du maître avec un seul élève peut traduire une rupture du contact entre le groupe classe et le professeur.

Longueurs, fréquences des interventions du maître et des élèves

Afin de déterminer et de comparer le temps et le nombre des interventions respectives des élèves et du professeur, j'ai également pris en compte le nombre d'élèves prenant la parole et la longueur de leur intervention. J'ai fait de même pour le professeur. La comparaison de ces données contribue à caractériser la qualité, l'efficacité et la portée des interactions entre les deux partenaires.

Variables d'une situation

Pour caractériser la gestion dans l'action des variables de la situation, j'en ai déterminé les valeurs et j'ai évalué quand c'est possible l'écart éventuel entre les prévisions et la mise en œuvre effective. De même, j'ai repéré les adaptations effectuées et j'ai précisé leur impact sur l'activité des élèves (nature de l'activité, effets sur les performances et les procédures des élèves, sur leur investissement).

Ces différents indicateurs ont été évidemment croisés avec le découpage de la séance en épisodes et plus particulièrement avec le type d'activité et de tâche engagées lors de l'épisode (action, recherche, formulation, bilan, institutionnalisation, réinvestissement...). La nature des contenus enseignés intervient également dans cette analyse croisée.

Si nécessaire, je précise dans la suite de l'exposé d'autres éléments spécifiques de méthodologie.

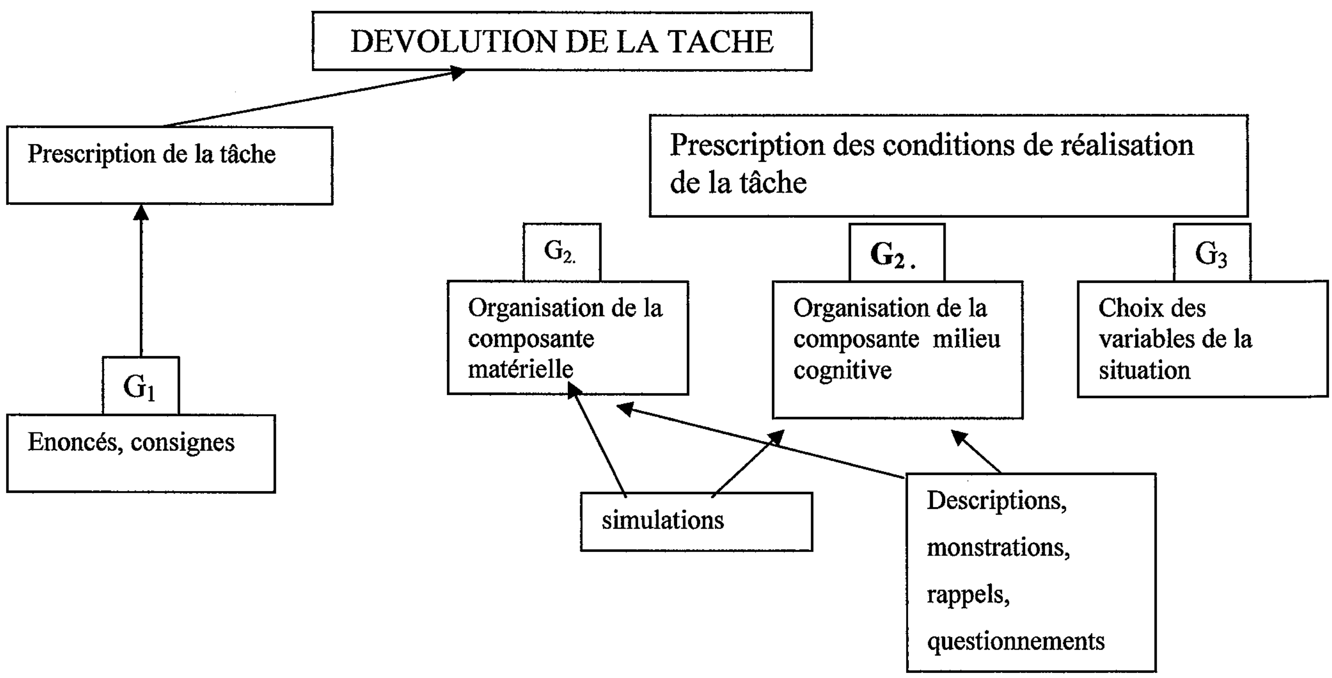
Pour mieux expliciter la stratégie du professeur et la dégager du contexte de la situation, je suis parfois amené à la représenter sous forme de schéma. Ainsi, dans l'analyse des gestes professionnels mise en œuvre lors des phases de synthèse (conduites par un même sujet), j'essaie d'extraire de schémas différents, les éléments qui se répètent afin d'isoler les gestes élémentaires ou routines sous-jacent.

2. Des exemples de difficultés rencontrées par des professeurs des écoles novices enseignant les mathématiques lors de l'appropriation de certains gestes professionnels

Je présente dans ce paragraphe des difficultés rencontrées par des professeurs stagiaires de deuxième année de formation initiale dans la mise en œuvre de gestes professionnels. Chacune est illustrée par un ou plusieurs extraits de protocoles de séances. Je reprends les six types de gestes professionnels associés aux trois moments de l'activité du professeur décrits ci-dessus. Dans chaque cas, j'essaie de montrer comment la maîtrise de ces gestes professionnels se construit grâce à des compromis entre différentes logiques qui conditionnent le « fonctionnement » des professeurs stagiaires. Je montre que certains de ces compromis peuvent remettre en question la réalisation du projet implicite ou explicite de l'enseignant.

2.1. Des gestes professionnels plutôt liés au processus de dévolution

J'étudie dans ce paragraphe trois gestes mis en œuvre lors de la réalisation de tâches relevant de la dévolution de l'activité. Je distingue les gestes réalisant la prescription de la tâche à effectuer par les élèves, ceux intervenant lors de la dévolution des conditions de réalisation de cette tâche, notamment l'organisation de la dévolution de la situation objective, dans l'organisation des composantes matérielle et cognitive des milieux intervenant dans les situations de référence (au sens de Brousseau et Margolinas), la gestion et la régulation des variables de la situation. A ces deux types d'activités du professeur, j'associe trois types de gestes (G1<i<3). Ces gestes permettent à l'enseignant d'organiser ce que Perrin appelle les milieux potentiel et activé de la situation.



J'illustre les difficultés repérées lors de leur mise en œuvre à l'aide de 4 exemples de séances menées par trois professeurs stagiaires différents.

2.1.1. La prescription de la tâche (G1), la dévolution des composantes matérielle (G2.1) et cognitive (G2.2) de la situation

J'illustre mon analyse par l'exemple d'une séance, inspirée de l'ouvrage ERMEL[61] ; elle est destinée aux professeurs d'école enseignant en cours préparatoire et est conduite par un professeur stagiaire (désigné par P1) dans le cadre d'un atelier d'analyse de pratiques professionnelles. Pour analyser la séance, je dispose du protocole (la séance a été filmée), de la fiche de préparation rédigée par les stagiaires de l'atelier[62] et du scénario proposé par le manuel.

L'activité se présente sous la forme d'un jeu faisant intervenir deux élèves. Chaque binôme dispose d'une piste numérique (voir ci-dessous), de deux jetons et d'un « dé bicolore ». Les élèves doivent déplacer les jetons sur la piste d'un nombre de cases indiqué par le jet du dé. Les faces vertes indiquent des additions (avancée de 3, 5 ou 10 cases), les faces rouges indiquent des soustractions (recul de 1, 2 ou 3 cases). Le but de la séance est d'amener les élèves à coder des déplacements sur une droite numérique (éventuellement à l'aide d'écritures additives et soustractives) et à déterminer le résultat des déplacements. Dans une séquence précédente menée par le maître titulaire de la classe, les élèves avaient travaillé sur des déplacements faisant intervenir uniquement des additions ; une piste numérique du même type était utilisée.

La séance peut se découper en quatre épisodes, ces derniers pouvant être découpés en sous-épisodes. Le premier épisode est consacré à la prescription de la tâche et à la dévolution de la situation objective, le second épisode concerne le jeu proprement dit. Dans une phase de bilan (épisode 3), les élèves doivent répondre aux questions : qui a gagné et pourquoi ? Enfin, le professeur stagiaire a prévu une activité de réinvestissement individuel utilisant l'ardoise (épisode 4) : les élèves doivent écrire sur leur ardoise la case d'arrivée d'un pion se déplaçant sur une grande piste numérique affichée au tableau et dont certaines cases sont cachées.

La présentation de la situation et la dévolution de la tâche aux élèves durent 19 minutes 9s, ce qui constitue un temps très long pour une séance de cours préparatoire. Cette phase occupe presque les deux tiers du temps de la séance.

Le découpage ci-dessous du premier épisode en sous-épisodes montre que le professeur stagiaire P1 essaie de dévoluer la tâche en trois temps.

Appliquant les conseils du maître formateur, titulaire de la classe, et ceux du manuel, P1 commence par faire rappeler une situation précédente qui utilisait le même matériel mais ne mobilisait que des calculs additifs. Ce rappel de 6 minutes se déroule en trois phases : rappel oral de l'activité additive, simulation collective du jeu et rappel du but de l'activité : anticiper la case d'arrivée à chaque jet.

Dans une seconde phase durant plus de 6 minutes, P1 essaie de faire inventer la règle du jeu de la nouvelle activité par les élèves. Cette tentative échouant, le professeur énonce la nouvelle tâche à effectuer, là encore en deux temps : énoncé de la règle du jeu et simulation

[61] ERMEL : Apprentissages mathématiques pour le cours préparatoire, Editions Hatier, 1990, ouvrage à destination des professeurs d'école et rédigé par l'équipe ERMEL de l'Institut National de Recherche Pédagogique.

[62] Trois professeurs stagiaires ont préparé la séance en commun, celle-ci a été menée par l'un d'entre eux (P1) alors que les deux autres l'observent.

collective de celui-ci, énoncé de l'activité mathématique visée (anticipation de la case d'arrivée) et simulation collective de celle-ci.

Enfin, cette présentation de l'activité nouvelle se termine par la distribution du matériel utilisé par chaque binôme (2 minutes et demie.)

L'énoncé de la règle du jeu à respecter, du matériel à utiliser et de la tâche à effectuer est le suivant :

On va essayer de jouer avec une nouvelle règle (...)
Alors, on va essayer d'adapter notre jeu en fonction, un peu comme le jeu de l'oie. C'est un peu pareil. Alors, on va voir (...)
Alors, on va jouer aujourd'hui avec une nouvelle règle...
Alors, si on lance le dé et (jet du dé)... Ecoutez bien sinon on ne va jamais finir. Ici, on est tombé sur un 1 rouge. Donc le rouge, on va dire que l'on va reculer avec (...)
Et si on tombe sur le (jet du dé) (...) le vert, on va avancer de trois cases (...)
Il faut penser maintenant où on va arriver lorsque l'on aura lancé le dé (...)
Alors, on va aller jouer sur les tables par deux. Chaque groupe de dé va avoir un dé.
Une feuille, deux pions (...)
Alors, Est-ce que tous les enfants ont la piste de jeu ? (...)
Alors, vous pouvez commencer à jouer.

P1 prononce 153 mots. Les quelques phrases prononcées le sont en plusieurs fois. Plusieurs minutes peuvent séparer leur émission. Durant cette phase de dévolution de la tâche, P1 prononce 1370 mots, soit presque neuf fois plus de mots que lors de la prescription de la tâche proprement dite. Les élèves prononcent 590 mots. Les commentaires portant sur la tâche à réaliser sont donc 12 fois plus importants que l'énoncé de la tâche. Notons de plus, que cet énoncé fait référence à des simulations (jet du dé, observation de la couleur des faces...).

Episode n°1 : dévolution de l'activité	Episode n°1.a : installation des élèves dans l'espace collectif		Durée : 46s
	Episode n°1.b : Rappel de l'activité précédente	Episode n°1.b.1. rappel oral de l'activité précédente : avancer de n cases selon le résultat d'un jet de dé.	Durée : 30s
		Episode n°1.b.2 : rappel dans l'action (jeu effectué par quelques élèves) de la règle précédente	Durée : 2mn2s
		Episode n°1.b.3 : rappel oral et par un nouveau jeu effectif de l'objectif mathématique de l'activité : anticiper sur la case d'arrivée	Durée : 3mn17s
	Episode n°1.c : Passation de la nouvelle consigne : jouer avec une nouvelle règle « avancer, reculer de n case » selon le résultat du dé (couleur et nombre de points)	Episode n°1.c.1 : installation des élèves	Durée : 36s
		Episode n°1.c.2 : premières tentatives pour faire inventer la nouvelle règle :	Durée : 3mn21s
		Episode n°1.c.3 : nouvelles tentatives pour faire inventer la nouvelle règle, référence au jeu de l'oie	Durée : 2mn 26s
	Episode n°1.d : énoncé de la nouvelle règle par le maître	Episode n°1.d.1 : présentation des dés	Durée : 40s
		Episode n°1.d.2 : énoncé de la règle à l'aide du dé coloré	Durée : 56s
		Episode n°1.d.3 : simulation collective du nouveau jeu	Durée : 3mn47s
		Episode n°1.d.4 : énoncé de la seconde partie de la consigne (objectif mathématique) : anticiper la case d'arrivée	Durée : 19s
		Episode n°1.d.4 : simulation de la seconde partie de la consigne (objectif mathématique) : anticiper la case d'arrivée	Durée : 1mn7s

Si nous ajoutons au discours les actions effectuées par les élèves comme par le maître, nous voyons que l'essentiel de l'activité de chacun concerne la dévolution des conditions de réalisation de la tâche et non la prescription de celle-ci.

Rappel de la situation précédente
Rappel oral du matériel et de la règle du jeu de la situation additive précédente
Simulation collective
Rappel de l'activité mathématique : anticiper le résultat du déplacement

Essais d'invention de la nouvelle règle du jeu

Présentation de la nouvelle situation
Présentation du matériel et de la nouvelle règle du jeu
Simulation collective
Enoncé de l'activité mathématique : anticiper le résultat du déplacement

Si l'on ne tient pas compte de l'épisode où P1 essaie de faire deviner la nouvelle règle du jeu aux élèves, le scénario de présentation de la nouvelle activité est le même que celui du rappel de l'activité précédente. Le professeur stagiaire procède par étapes. Son but est de mettre en place les conditions matérielles et les connaissances indispensables à la réalisation de l'activité.

Il crée dans un premier temps les conditions de la mobilisation par les élèves des connaissances construites lors de séances précédentes. Pour cela, il fait rappeler par les élèves oralement puis en actes la règle du précédent jeu.

Episode n°1.b.1 : rappel oral de l'activité précédente : avancer de n cases selon le résultat d'un jet de dé.

M : Voilà ! Alors. Est-ce que vous vous souvenez avoir joué à ce jeu ?
Es : Oui, oui ! Hier !
M : Hier ? Non, Avant (...)
E : Avant-hier !
M : Mardi après-midi ! D'accord ! Qui peut me rappeler un petit peu comment on a joué ?
E : Déjà, on a un pion.
M : Oui.
E : On lance le dé.
M : oui, oui.
E : Et le nombre qu'on a fait, et ben, il faut avancer.
M : Il faut avancer.
E' : Il faut avancer le nombre qu'on a fait !
M : On va peut-être faire un petit exemple.
E : il faut avancer vers la case du nombre qu'on a fait avec le dé.

Episode n°1.b.2 : rappel dans l'action (jeu effectué par quelques élèves) de la règle précédente

M : On va faire un exemple. Merci, tiens ! Tu as le dé, tu as le pion. Vas-y !
Jet du dé
M : Alors, combien a-t-elle fait là ? Attends, attends... Pas si vite ! Alors combien a-t-elle fait ?
Es : 5
M : Alors, on va avancer de combien ?
E : De 5 cases.
M : Cinq cases ! Pour aller plus vite, on va aller directement au 5. Qui est-ce qui veut en faire encore ?
Es : moi, moi...
M : Vas-y !
Jet du dé.
M : Un peu de côté... Oui... pour le cinq, oui.
L'élève compte en déplaçant le pion :
Six. Un, deux, trois, quatre, cinq, six.
M : Voilà...
Quelques rires d'enfants.
M : Vas-y ! Chut, chut... On ne voit rien !
Jet du dé.
Toi, lève-toi un petit peu que l'on puisse voir. Un.
E : un.
M : Qui veut faire encore un exemple ?
Es : moi, moi.
M : Un petit garçon qui est devant là. Vas-y !
On continue à se rapprocher ! On ne va plus avoir d'air ! Alors, on reste bien assis comme on était assis tout à l'heure.
Es : Moi, moi...
M : Non, non ! J'attends que l'on soit bien assis. J'attends...
Vas-y ! Non, non, on arrête... (M murmure)
Jet du dé...
E : Deux.
M : Deux.
Alors ?
Où vas-tu aller ? Est-ce qu'on recule ?
Es : Non, noooon !
M : Non !
Alors ?
On arrive à quelle case ?
Es : 5.

Dans un second temps, P1 fait rappeler l'activité mathématique (anticiper sur le déplacement) oralement puis lors d'une nouvelle simulation collective du jeu.

Episode n°1.b.3 : rappel oral et par un nouveau jeu effectif de l'objectif mathématique de l'activité : anticiper sur la case d'arrivée

M : Est-ce que vous vous souvenez de ce que la maîtresse avait dit aussi ?
E : Oui, oui.

Chut... On écoute aussi...
M : rires, mardi, qu'a-t-elle dit la maîtresse ?
E : je ne sais plus !
M : Quand on lance le dé. Dans sa tête, à quoi pense-t-on ?
M : On pense au nombre que l'on va faire ?
Inaudible
E : pour tomber directement sur la bonne case.
M : pour tomber directement sur la bonne case. Oui. Qui veut essayer maintenant ? De m'expliquer autrement ? Comment t'appelles-tu ?
E : Milesne.
M : Milesne,
E : On va compter dans sa tête et puis on met.
M : On met où ?
E : Sur la case.
M : Quelqu'un peut expliquer autrement ?
E : Oui.
M : Tu veux essayer ?
M : On va essayer alors. On est à 20. Tu lances le dé.
Jet du dé
E : Trois
M : attends, attends, attends... On va où ?
L'élève compte doucement...
M : Comment cela s'appelle ?
E : 23.
M : 23. Là, on va directement à 23.
Allez, maintenant si je lance le dé à... Et je tombe sur... Je lance le dé et j'ai 4. Où vais-je arriver ? Tu te rapproches un petit peu. Viens voir, approche.
Alors, je suis à 23, je lance le dé et je fais 4. Où vais-je arriver ?
E : oh !
Chut...
E : à 27.
M : à 27. Alors vas-y, on avance, on va voir si on a 4, vérifie, trois, quatre... Très bien. On va recommencer une dernière fois.
M : attendez, je n'ai rien dit. On enlève ses mains, on s'assoie correctement...
E : moi, moi !
M : Sauf pour les petits enfants qui sont derrière et qui ne voient pas grand chose.... Voilà. Maintenant, je fais... 3 !
Toi, Comment t'appelles-tu ?
E : Célia.
M : Célia, alors, j'ai fait 3, J'arrive (...)
E : Précillia !
M : Précillia, pardon ! J'avais dit ?
E : 29.
M : 29 ?
E : Oui.
M : On va vérifier ! J'ai 3. Vérifie Précillia, si c'est cela.
E : Un, deux, trois !
M : Alors, on arrive où, Précillia ?

E : trente (murmure)
Es : Trente ! Trente !
M : Sur quelle case ?
E : Trente.
M : Trente. Tu vois le 30 là ? Est-ce que c'est 29 ?
P1 dévolue la nouvelle tâche selon un schéma similaire. Il commence par présenter le matériel :

Episode n°1.d.1 : présentation des dés

Murmures divers... inaudible... M tape dans ses mains pour avoir le silence.
M : Alors, on va essayer d'adapter notre jeu en fonction, un peu comme le jeu de l'oie. C'est un peu pareil. Alors, on va voir...
Jet du dé...
E : Un dé!
M : Un dé. Est-ce un dé normal ?
Es : Non, non...
E : C'est...
M : C'est un dé...
E : avec des gommettes.
M : avec des gommettes !
Et sur les gommettes ?
E : on a marqué des nombres !
M : il y a des nombres !
E : Il y a marqué 10.
M : Il y a marqué 10. Est-ce habituel ? Sur un dé ?
Es : Nooooon !
M : Il y a deux 3, est-ce normal sur un dé ?
Es : Nooooon !
M : Ce n'est pas un dé normal !
Puis P1 énonce la nouvelle règle du jeu :
Episode n°1.d.1 : énoncé de la règle à l'aide du dé coloré
Alors, on va jouer aujourd'hui avec une nouvelle règle... Alors, si on lance le dé et (jet du dé)... écoutez bien si non on ne va jamais finir. Ici, on est tombé sur un 1 rouge. Donc le rouge, on va dire que l'on va reculer avec.
E : C'est orange !
M : oui, c'est orange ! Il est effectivement un peu orange. Alors rouge-orange. Si on tombe sur le rouge, on va reculer. De une case.
Et si on tombe sur le (jet du dé)
E : 3
M : le vert, on va avancer de trois cases.

Cet énoncé est suivi d'une première simulation collective du jeu :

Episode n°1.d.2 : simulation collective du nouveau jeu

M : alors, la petite miss qui est devant. Comment t-appelles-tu ?
E : Anaïs.
M : Anaïs qui avait perdu son prénom. Prend le pion. Tu le mets sur la case
E : 3.

M : Non, on va déjà commencer au départ. Là 3. Tu mets sur la case départ.
Anaïs, je te donne le dé et tu vas commencer.
E : 1
M : Qu'est-ce que tu fais Anaïs là ?
E : Elle ne peut pas
Anaïs : je reste sur la case départ.
M : Elle ne peut pas ; elle reste dans la case. Que faut-il faire pour avancer ?
Anaïs : Avoir un vert.
E : pour commencer, il faut tomber sur une case verte.
M : bon, alors, vas-y. Tu rejoues, François.
Jet de dé.
E : 3.
M : Est-ce que l'on peut avancer ?
Es : Nooooon !
M : Tu rejoues.
Vas-y.
Jet de dé.
E : Clémence !
M : Clémence.
Clémence : Deux, on peut pas !
M ! Et bien, décidément !
Merci. Vas-y.
Jet de dé.
E : ah !
M : décidément ! Vas-y
E : lés, ils ont... inaudible...
Jet de dé.
M : Ils n'ont pas envie de faire un vert !
E : Ca y est. 10 !
Es : 10, 10.
M : Eh, doucement ! Chut ! Vas-y. Ah, cette fois-ci.
Les enfants comptent :
E : un, deux, trois... sept, huit neuf, dix, onze !
Non !
M : est-ce que l'on recule là ?
Es : noooon !
M : alors ;
Jet de dé.
E : 2 !
M : 2 !
M : Alors vas-y
E : 2 bleu
E' : non ! 2 vert.
M : voilà, tu vas jouer.
Jet de dé.
Tu n'es pas bien assise ! Attends.
E comptent.
Jet de dé.

E : 3 !
M : 3 vert.
Alors. E compte tout bas.
Jet de dé.
M : Ah !
E : 3 !
E' : 3 rouge !
M : 3 rouge. Alors, on recule...
E : On recule.
M : on arrive à ?
E : 1, 2, 3.
E' : 22.
Enfin après avoir ainsi dévolue la règle du jeu, P1 comme précédemment énonce la seconde partie de la tâche à réaliser, celle faisant intervenir l'activité mathématique réellement visée.
Episode n°1.d.3 : énoncé de la seconde partie de la consigne (objectif mathématique) : anticiper la case d'arrivée
M : Alors, c'est pareil...
E : A tes souhaits !
M : C'est pareil, c'est pareil, il va falloir ressayer notre jeu. Il faut penser maintenant où on va arriver lorsque l'on aura lancé le dé. Vas-y.
Jet de dé.
E : 3 !
M : 3. Chut. On ne montre pas, on laisse faire. Où vas-tu arriver ?
E : là !
E' : non.
M : Comment s'appelle cette case ?
E : 19.
M : 19. Un 1 et un 9.
E : Je ne crois pas.
M : Peut-être sommes-nous un peu à l'envers ? Est-ce que tout le monde a bien compris la règle ?
Es : Ouiiiiiiiiii !

L'organisation du rappel comme la présentation de la nouvelle activité sont considérées comme adaptées à une classe de cours préparatoire par les enseignants experts interrogés à ce propos. Ce mode de dévolution relève davantage de l'ordre du métier dans la mesure où il répond aux contraintes cognitives et médiatives accompagnant un enseignement de mathématiques à des élèves de 5-6 ans (rappel des connaissances et savoir-faire susceptibles d'être mobilisés dans la nouvelle situation, énoncé par étape de la nouvelle consigne entrecoupée de simulations collectives d'une partie de l'activité).

Un mode de dévolution de ce type de situation semble partagé par les enseignants de CP. L'enseignant dévolue en deux temps la situation objective (au sens de Brousseau G.) : connaissance du matériel, de la règle du jeu. Cette dévolution s'appuie sur un énoncé oral puis une simulation du jeu. L'enseignant s'assure également que les connaissances anciennes devant fonctionner dans la situation sont bien disponibles pour tous les élèves (organisation du milieu cognitif potentiel). Pour cela, il procède à un rappel oral puis à une simulation collective de la situation qui a servi à les installer. Enfin, après avoir dévolue la situation objective, il présente l'activité mathématique nouvelle, là encore en deux temps : énoncé oral puis simulation collective de l'activité.

Ce mode semble être également conforme aux attentes institutionnelles comme semble le prouver l'avis unanime des maîtres-formateurs interrogés. I.F., spécialisée dans le conseil des maîtres de l'école maternelle, évoque le niveau d'exigences cognitives :

C'est que l'on fait en grande section, en fait ! Tu les mets en situation pour qu'ils présentent ce que c'est que l'addition et la soustraction. J'ai beaucoup travaillé en mettant en place des jeux justement qui permettaient d'ajouter et de retirer... Bon, tu leur fais sentir (...) afin que cette notion arrive justement au CP. Il suffit de rappeler ces jeux là pour que ça revienne tout de suite. Le but est d'arriver à la symbolisation et que ça veuille dire quelque chose pour eux.

Deux des trois conseillers pédagogiques émettent toutefois des réserves sur la durée de ces deux présentations et la prudence manifestée par le professeur stagiaire. Ainsi, J.C. pose les questions suivantes :

quelles solutions trouver pour améliorer le rendement, le temps réel d'activité des enfants ? Pour quelles acquisitions ? Donc, comment améliorer sa démarche, comment améliorer un petit peu ce rapport ?

La phase intermédiaire pendant laquelle P1 essaie de faire découvrir par les élèves la nouvelle règle du jeu divise les conseillers pédagogiques.

<u>*2.1.1.1. Une illusion pédagogique, l'invention par l'élève de la tâche prescrite :*</u>

Le professeur stagiaire déploie en effet des efforts importants et consacre plus de six minutes pour essayer de faire inventer, sans succès, la règle du jeu et l'utilisation du nouveau matériel par les élèves. Sans avoir présenté le dé bicolore, P1 commence par demander aux élèves d'inventer un nouveau jeu utilisant la piste numérique. Les élèves font preuve de beaucoup d'imagination mais toutes leurs propositions sont rejetées par le maître :

<u>*Episode n°1.c.2 : premières tentatives pour faire inventer la nouvelle règle :*</u>

On va essayer de jouer avec une nouvelle règle. Comment pourra-t-on jouer avec une nouvelle règle ? Quelle règle pourrait-on trouver encore ?
E : ouf !
E : Partir à 60 et arriver à 1.
M : On pourrait partir à... Comment cela s'appelle 60 ?
E : A.
M : A. Cela représente quoi ?
E : L'arrivée !
M : L'arrivée, oui !
E : Et D de départ !
M : D de départ, oui !
On pourrait partir de l'arrivée et partir dans l'autre sens effectivement. Que pourrait-on faire encore ?
E : On pourra mettre le dé en dessous, et après... Euh...
M : Tu ne sais pas ?
E : Et aussi, on pourrait compter à l'envers avec deux pions !
M : Compter à l'envers, c'est-à-dire ?
E : Ben ! Par exemple, on met le pion sur A ; au lieu de mettre le pion sur D.
M : Sur D, oui.

Dès qu'on lance le dé, que va-t-on faire alors ?
E : Ben, on avance par-là.
M : On avance par-là. Donc on va à...
E : à l'envers.
M : On va avancer à l'envers. On va reculer. Oui ?
E : On commence de D ; si on fait six, on fait un, deux, on saute le trois et puis on va au 4.
M : Oh ! C'est bien compliqué ce que tu me dis. Plus simple ? Oui ?
E : alors, on met sur le départ et puis on saute une case à chaque fois...
E : trop facile !
M : Ce serait trop facile, tu crois ?
E : Oui !
E : Si on compte une case, pour lui, ce serait plus facile pour arriver !
M : On va rapidement arriver à la case d'arrivée ! Oui ?
E : Par exemple, on part du milieu, et pis, on compte à l'endroit comme çà
M : hum, hum...
E : jusqu'à arriver à A.
M : jusqu'à arriver à l'arrivée. Oui ?
On pourrait aussi... Oui... Mais à quoi cela sert-il de partir du milieu ?
E : Ca change !
... murmures inaudibles...
Silence...
M : On ne touche pas à la prise ! D'accord.
E : C'est pas possible !
M : On n'entend rien... Je n'entends rien du tout, alors tu parles un petit plus fort.
E : à D.
M : Je n'ai pas compris !
E : On part du milieu, il faut arriver à A et après pour gagner, il faut faire tout le chemin jusqu'à D !
M : C'est vrai que ça va être long, tout ça...
Oui, Alors pourquoi ...
E : Moi, on commence à D, on va jusqu'à A et après on repart jusqu'à D.
M : C'est-à-dire que l'on ferait deux fois la piste.
Y-a-t-il des enfants qui ont joué au jeu de l'oie de temps en temps ?
E : Oui ! Moi.

Devant l'échec de ces tentatives, P1 évoque sans plus de succès le jeu de l'oie.

Episode n°1.c.3 : nouvelles tentatives pour faire inventer la nouvelle règle, référence au jeu de l'oie

M : Alors Ceux qui ont joué au jeu de l'oie. Comment fait-on pour jouer au jeu de l'oie ? Précillia ?
E : Moi...
M : Tu ne sais plus !

E : Et ben, on commence et pis, si on tombe sur l'oie et ben on refait le même. Par exemple, si je fais 5 et je tombe sur l'oie et bien je suis obligé de refaire 5.
E : Moi, je tombe, je connais une règle et pis quand on tombe sur...
M : Je n'entends rien du tout !
E : Et puis on tombe sur quelque chose où il y a marqué quelque chose et ben on... des fois, il faut rester dans la case ; il faut passer deux tours à l'autre !
E' : Ouais !
C'est vrai ! Et des fois, faut recommencer !
M : parfois il faut recommencer, parfois, on n'avance pas...
E : Des fois, des fois et ben des fois, on peut aller en prison !
M : mais par exemple, on peut écouter les petits copains, cela ne fait pas de mal !
E : Si on fait six et si on retombe sur la mort, on n'est pas obligé de refaire six. On prend deux dés.
M : oui, oui...
E : Si tu tombes sur la tête de mort, tu recommences tout à zéro !
E' : Oui, c'est vrai !
M : Oui.
E : il faut repartir de zéro.
M : il faut recommencer tout. Oui ?
Suite à ces deux tentatives, P1 finit par exposer la consigne (cf. ci-dessus).

Les trois conseillers pédagogiques sont partagés sur l'utilité de cette démarche. Deux d'entre eux déclarent dès le début de l'entretien que ce mode de dévolution est inutile, coûteux en temps et dangereux tant pour les apprentissages que pour la gestion de la classe. La déclaration ci-dessous en témoigne :

> *Les enfants sont finalement peu actifs et sont livrés à eux-mêmes. Ils n'ont pas eu de vraie consigne, donc ils jouent (...) Qu'est-ce qu'une consigne ? Comment la donner ? Le stagiaire a quand même perdu 6 minutes à essayer de leur faire deviner la consigne ! Est-ce que les enfants sont capables de deviner ce que la maîtresse va vouloir qu'ils fassent ? Moi, je pense que non, on aurait pu gagner 6 minutes en donnant directement la consigne. Une vraie ! Et installer, par exemple, une démarche du type : "je lance le dé, je calcule par anticipation, et seulement après, je le vérifie, en jouant avec le dé. Une démarche d'engagement. Ça, c'est une solution.*

Par contre, le troisième conseiller pédagogique, spécialiste de l'enseignement en maternelle, semble davantage regretter le manque d'adresse, d'expérience du stagiaire dans sa tentative plutôt que la tentative elle-même :

> *Ce qui me gêne un petit peu, c'est que le stagiaire avait toutes les données pour faire élaborer certaines règles, la nouvelle règle. Elle avait toutes les données quand elle a sorti son dé. C'est quand même dommage... On commence par montrer aux enfants, ce qu'il y a sur le dé. Ils ont regardé les nombres, ils n'ont pas regardé la couleur, en fait... Les deux couleurs des gommettes. C'était un petit peu dommage parce c'était facile ! C'est un codage qu'on utilise dès la petite section*

! Le vert, on avance, le rouge on s'arrête ou on recule. Bon, bon, c'est un petit peu dommage. Là, c'était vraiment dans leur possibilité d'énoncer la règle...

Dans la suite du débat, ce conseiller pédagogique se range à l'avis de ses collègues mais non sans réticence.

Interrogé sur les raisons de cette initiative, P1 déclare en substance :

Je ne fais qu'appliquer ce que l'on nous dit, on nous répète qu'il faut placer l'enfant au cœur des apprentissages, qu'il doit construire ses connaissances...

Cette remarque est d'ailleurs reprise par un des conseillers pédagogiques qui considère l'idéologie dominante de l'IUFM et plus généralement certains éléments de la noosphère comme responsables de cette dérive[63] .

J'ai observé trois séances conduites par P1 dans des niveaux de classes variés (CP, CE_2) et faisant intervenir des contenus très différents (repérage sur quadrillage, numération...). Lors de deux de ces séances, le professeur stagiaire a essayé de faire inventer la consigne par les élèves, toujours sans succès. Cette stratégie a par ailleurs été observée à maintes reprises chez d'autres professeurs novices.

P1 essaie de mettre en application des conseils ou injonctions prodigués en formation initiale : dévoluer par étapes l'activité, prescrire la tâche sous différentes formes (discours, simulation), motiver les élèves. Sa mise en œuvre reste toutefois marquée par ses propres conceptions sur l'enseignement et l'apprentissage. Il interprète ainsi de façon caricaturale certains propos exprimés trop souvent par l'institution sous forme de mots d'ordre. Cela témoigne également d'une confusion entre motivation des élèves et prescription de la tâche.

Les précautions prises lors du rappel des connaissances anciennes sur l'addition ,nécessaires pour que la nouvelle situation fonctionne, témoignent sans doute de la volonté de s'assurer auparavant de leur disponibilité. Par contre, on peut associer l'absence de contraintes accompagnant l'énoncé de la consigne à la volonté de laisser une certaine ouverture à la recherche. Par ces hésitations, le professeur cherche à gérer l'incertitude inhérente à la situation : incertitude sur la compréhension de la tâche, sur l'utilisation adéquate du matériel, sur les connaissances disponibles ou mobilisables[64] et plus généralement sur les compétences des élèves mais aussi sur leur engagement. La crainte de ne pas avoir correctement dévolue la situation se traduit par une dévolution caricaturale.

Il est ainsi paradoxal que les interventions des élèves soient plus nombreuses et plus longues pendant la phase consacrée à l'invention de la consigne que pendant celle consacrée à l'explicitation de leurs performances et procédures.

La durée trop importante de cette première phase du processus de dévolution peut donc s'interpréter comme le résultat d'un compromis entre différentes réponses à des contraintes institutionnelles (injonctions de l'institut de formation, caractéristiques d'un i-genre enseignant de l'école maternelle[65]), à des contraintes incontournables relevant plutôt de l'ordre du métier (mode de dévolution de la situation objective) et à une crainte devant l'incertitude inhérente à une situation de recherche.

---

[63] Notons que le professeur d'IUFM responsable de la formation de ce stagiaire lui a signalé plusieurs fois les risques relatifs à ce type de dérive.

[64] Au sens défini dans les travaux d'Aline Robert.

[65] Nous retrouvons cette prise en compte de caractéristiques d'un enseignement de maternelle lors de notre recherche sur les enseignants de REP

Je complète à l'aide d'autres exemples, cette étude des gestes accompagnant la dévolution des conditions de réalisation de la tâche. Pour cela, j'étudie dans un premier temps la gestion de matériaux et supports pédagogiques et dans un second temps la gestion et la régulation simultanée de plusieurs variables des situations proposées aux élèves.

2.1.2. La gestion des matériaux et supports pédagogiques

Bien qu'étant l'un des plus techniques des gestes étudiés, les modes de gestion des matériaux pédagogiques n'en échappent pas moins aux conflits évoqués en introduction. En formation initiale, ces aspects de la gestion des situations mathématiques sont le plus souvent laissés à la charge des conseillers pédagogiques considérés par les autres formateurs comme spécialistes de ces questions. Ils font rarement l'objet d'un traitement approfondi des PUIFM de la discipline, tout juste sont-ils évoqués lors du traitement des variables de commandes et des variables didactiques d'une situation. Cela peut s'avérer d'autant plus dommageable que la dévolution de cet aspect de la composante matérielle du milieu de la situation conditionne la mise en œuvre du projet d'enseignement dans la mesure où l'entrée de l'élève dans l'activité en dépend. Des conditions de réalisation des tâches prescrites, externes à l'activité mathématique de l'élève, sont ainsi installées. Enfin, une gestion efficace des matériaux et supports pédagogiques peut être déterminant pour l'appropriation des situations par les professeurs et pour leur reproduction.

Je montre dans deux exemples comment un manque de maîtrise des gestes professionnels intervenant dans la gestion d'éléments matériels intervenant dans des situations peut contrarier la mise en œuvre même de l'activité prévue. Le premier exemple a trait à l'utilisation d'un manuel scolaire lors de la dévolution d'une activité de calcul mental au CE_2; le second reprend l'activité de CP présentée dans le paragraphe précédent.

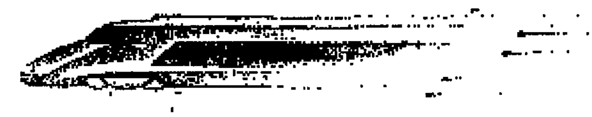
2.1.2.1. Un exemple de gestion du manuel scolaire lors de la dévolution d'une activité de calcul mental au CE_2

Il s'agit d'une séquence de mathématiques comportant plusieurs séances de calculs de produits et de résolution de problèmes multiplicatifs. J'étudie dans ce paragraphe une séance consacrée au calcul de produits d'un entier naturel par 4. Les calculs en jeu doivent se faire mentalement avec le support éventuel de l'ardoise. Cette séquence a été observée lors d'un stage en responsabilité.

Pour mieux comprendre la stratégie mise en œuvre par le professeur stagiaire (P_2) et les difficultés rencontrées, j'étudie le livre de l'élève[66]. Le livre du maître associé ne donne pas d'indications supplémentaires sur la mise en œuvre de l'activité. Il ne propose aucune méthode, il ne fait que souligner l'objectif de l'activité : mémoriser de la table de 4.

[66] Clavier Y., Clavié C., Gauch A.M., Trublin M. (1989) *Objectif Calcul*, Editions Hatier,

21 multiplication : sens « multiplier



calcul rapide

Pour multiplier par 4,
tu calcules le double du double.
exemple : 6 x 4 = (6 x 2) x 2 = 24

Utilise cette méthode pour calculer :
7 x 4 ; 9 x 4 ; 5 x 4 ; 8 x 4 ;
10 x 4 ; 12 x 4 ; 15 x 4.

Le livre de l'élève étant censé être utilisé de manière autonome par l'élève, cela justifie sans doute une présentation du calcul sous forme ostensive. Les auteurs privilégient une méthode : le calcul du double du double, l'explicitent sur un exemple et proposent aux élèves de l'utiliser pour calculer d'autres produits. Le choix des produits à calculer semble laisser penser qu'ils profitent de ces calculs pour redonner du sens aux produits par 4 intervenant dans la table de multiplication. Ces produits ont déjà fait l'objet d'une première mémorisation l'année précédente. La mobilisation systématique de la procédure de calcul du double du double ne s'impose pas pour des faits numériques simples (n x 4 avec 1<n<5) ou pour le calcul 10 x 4. Elle est par contre justifiée dans le cas d'une (re)construction de la « table de 4 ».

Les domaines numériques convoqués par l'exercice du manuel sont les suivants :

D1 : n x 4 avec n < 5, faits numériques plutôt faciles à mémoriser

D2 : n x 4 avec 5 < n < 9, faits numériques plutôt difficiles à mémoriser

D3 : 10 x 4, mémorisation très facile, règle des zéros

D4 : 11 x 4, cas particulier, plutôt facile à reconstruire

D5 : n x 4 12 < n < 15, produit justifiant une procédure de calcul faisant intervenir des doubles

Ce sont davantage les domaines numériques D2 et D5 qui justifient l'emploi de la méthode proposée par le manuel.

Domaines numériques convoqués par les exercices du manuel

	2 x 4	3 x 4	4 x 4	5 x 4	6 x 4	7 x 4	8 x 4	9 x 4	10 x 4	11 x 4	12 x 4	13 x 4	14 x 4	15 x 4
Exemple				Ex 4	Ex 1	Ex 2	Ex 5	Ex 3	Ex 6		Ex 7			Ex 8
Domaine	D 1			D 2					D3	D4	D5			

Comment le professeur stagiaire utilise-t-il le manuel pour élaborer son propre scénario ? Une analyse a priori permet d'envisager plusieurs scénarii. En voici notamment trois pouvant s'inscrire dans l'organigramme ci-dessous. Ils se distinguent par l'existence ou non d'une phase d'explicitation par les élèves de procédures adaptées aux calculs proposés.

Ces trois scénarii ne nécessitent pas l'utilisation du manuel de l'élève. Celui-ci peut-être toutefois utilisé lors d'un réinvestissement individuel.

Le professeur stagiaire observé a prévu d'utiliser le manuel ; il peut donc se trouver pour une part prisonnier du scénario proposé implicitement par celui-ci. Il doit adapter ce scénario, plutôt prévu pour un travail autonome et individuel, à un travail collectif. Cela le conduit à mettre en œuvre le scénario hybride suivant :

Préparation du matériel : livre, ardoise, ouverture du livre à la bonne page.

Lecture de la méthode proposée par un élève en direction de toute la classe.

Explicitation par les élèves de la méthode proposée par le manuel.

Institutionnalisation très contextualisée de cette méthode par le maître, utilisation de plusieurs codages.

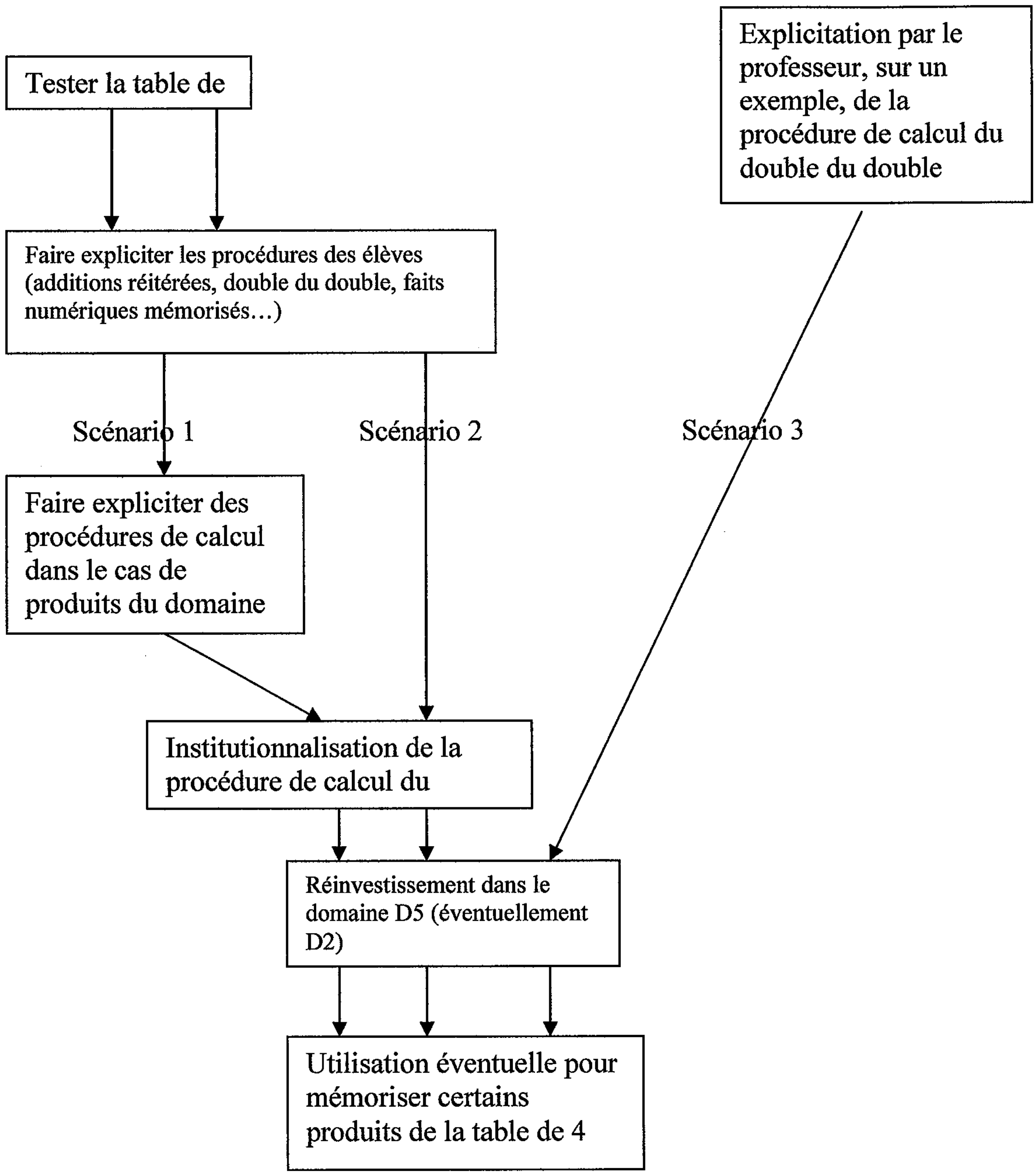
Réinvestissement collectif de cette méthode sur un deuxième exemple : 12 x 4

Réinvestissements individuels (calcul mental et utilisation de l'ardoise) suivis d'une correction collective systématique :

9 x 4 : calcul mental, vérification rapide des résultats sur les ardoises

12 x 4 : calcul mental, vérification rapide des résultats sur les ardoises, explicitation de la méthode du calcul du double du double par un élève (Florian)

15 x 4 : calcul mental, vérification rapide des résultats sur les ardoises, explicitation de la méthode du calcul du double du double par un élève (Thomas)



Les domaines numériques mobilisés lors des calculs sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Domaines numériques convoqués par les exercices proposés par le professeur stagiaire

	2 x 4	3 x 4	4 x 4	5 x 4	6 x 4	7 x 4	8 x 4	9 x 4	10 x 4	11 x 4	12 x 4	13 x 4	14 x 4	15 x 4
Exemple					Ex 1	Ex 2		Ex 3			Ex 4			Ex 5
Domaine	D 1				D 2				D3	D4	D5			

P2 a donc suivi le livre pour les 3 premiers calculs (table de 4) puis a proposé directement les deux derniers exemples du livre. Il choisit donc des domaines numériques de travail adaptés à la procédure de calcul du double du double. Cela lui permet parallèlement de consolider les connaissances des élèves relatives à la partie la plus délicate à retenir de la table de 4. Il a donc perçu l'intérêt de ces valeurs numériques.

Par contre, une analyse plus fine du déroulement de l'activité permet de déceler certaines difficultés. Le professeur stagiaire semble effectuer dans l'action un compromis difficile à assurer entre différents scénarii.

Ainsi n'expose-t-il pas lui-même la méthode de calcul (comme dans le scénario n°3) mais la fait-il découvrir par les élèves, non pas à l'occasion d'un calcul adapté, mais à partir de la lecture commentée de l'exemple du livre. Cette ostension déguisée prend la moitié du temps consacré à l'ensemble de l'activité ; elle nécessite de nombreuses interventions du maître et d'élèves (la moitié des interventions) et le traitement collectif de deux exemples (6 x 4 et 7 x 4). Certes, le professeur stagiaire fait expliciter les procédures mises en œuvre par les élèves mais seulement lors de la correction des exercices de réinvestissement. Cette correction crée certains malentendus : deux élèves interrogés reconstituant, voire réinventant, après coup et avec des erreurs, les procédures ou les codages attendus par le professeur.

Lors de l'élaboration du scénario comme lors de sa mise en œuvre, P_2 essaie de concilier plusieurs points de vue apparemment contradictoires ; il hésite entre ostension et découverte de la procédure du calcul du double, entre utilisation « fidèle » du livre et mise en place d'une activité de calcul mental sans recours à des écrits, entre choisir des valeurs numériques privilégiant la procédure visée et adopter une forme de travail plutôt conforme au scénario d'apprentissage individuel et autonome de l'élève.

L'utilisation qui est faite du manuel révèle cette recherche d'un compromis qui se traduit par des difficultés dans la gestion des interactions avec les élèves. L'augmentation des rappels à l'ordre, l'augmentation du « bruit de fond » de la classe, la fermeture graduée du questionnement en témoigne.

Ce scénario semble coûteux en terme de gestion des comportements des élèves. P_2 rappelle à l'ordre 42 fois les élèves pendant cette première séance de calcul mental qui dure 11 minutes et demi. Les épisodes nécessitant le plus de rappels à l'ordre sont ceux consacrés à l'installation du matériel (7 rappels), à la lecture commentée de la consigne du livre (10 rappels) et à la correction des deux derniers calculs (respectivement 4 et 14 rappels). Si la « sortie » et l'ouverture du manuel à la page adéquate nécessitent la vigilance du maître, le nombre important de rappels à l'ordre émis lors des deux autres épisodes montre bien les difficultés rencontrées pour maintenir l'attention des élèves. J'analyse plus en détail dans un autre paragraphe les différentes gestions des comportements des élèves en fonction des activités proposées aux élèves. Cette gestion est en soi un geste professionnel.

Ces difficultés rencontrées dans la mise en œuvre du scénario choisi semblent confirmées par l'évolution du questionnement du professeur. Comme je l'ai évoqué dans le paragraphe consacré à la méthodologie, J'ai classé les questions en trois catégories selon le degré de fermeture de celles-ci : questions plutôt ouvertes, questions plutôt fermées mais ne comportant pas d'éléments de réponse, questions très fermées pouvant comporter des éléments de réponse (questions à trou par exemple).

La phase de présentation de l'activité ne comporte que 20% de questions plutôt ouvertes (consignes non comprises) pour 80% de réponses plutôt ou très fermées. En particulier, la phase d'explicitation de la consigne du livre ne comporte qu'un tiers de questions ouvertes alors que cette tâche devrait, d'après la logique du scénario, relever de la responsabilité entière des élèves. Enfin, l'explication du troisième calcul devient plus directive (11% de questions ouvertes.)

Cette recherche de compromis se traduit enfin par l'installation de légers malentendus ou par des pertes de temps. Il est possible que la présence d'un formateur lors de la séance ait aggravé, voire provoqué ces hésitations.

Voici deux incidents liés à la lecture de la consigne du livre.
P : Bon, ouvrez votre livre, les enfants, regardez bien !
Vous voyez en haut à gauche. Qu'est qu'on vous dit ?
Johan, tu peux nous lire ce qui est écrit ?
Johan : pour multiplier par 4, tu calcules le double du double.
P : Alors ?
Johan : exemple : 6 fois 4 égal entre parenthèses 6 fois 2 multiplié par 2 = 24.
P : Est-ce que tu comprends ? Johan, est-ce que tu peux expliquer ?
Qui a compris Lori ?
Lori : Oui, on fait, euh, 6 et 6, 12...
P : Est-ce que c'est ça qu'on te dit ? Regarde bien ! Est-ce que c'est ça
E : Lori, elle fait une addition
P : Oui mais, est-ce que c'est une addition qu'on utilise dans l'exemple?
E : Oui, moi je le fais avec une addition, mais c'est un produit
P : Oui un produit.

Johan n'arrive pas ou n'a pas le temps d'expliquer ce qu'il a lu. Il est souvent difficile pour un élève de cet âge de comprendre ce qu'il doit lire à haute voix. Lori interprète le produit 6 x 2 comme la somme de 6 + 6 ; P2 centré sur des calculs multiplicatifs, car voulant construire la table de multiplication par 4, refuse cette interprétation et demande une formulation sous forme de produit. Cet épisode montre bien l'ambiguïté de la situation. Les élèves doivent lire à haute voix le calcul du livre et doivent l'expliquer, voire le justifier. Pour Johan, l'effort consacré à la lecture se fait au détriment de la compréhension. Pour Lori, expliquer peut vouloir dire donner un autre calcul équivalent ou bien signifier « Comment aurais-je fait si on me l'avait demandé ? »

Cette justification s'appuyant sur l'addition, légitime dans le cas de calcul du double, semble partagée par Amandina et Johan car ces deux élèves déclarent immédiatement :

P : Oui Amandina ?
Amandina : Oui, moi il m'arrive que 2 fois 6 plus 2 fois 5
P : Est-ce que l'on met plus ici ?
Amandina : non
P : Qu'est-ce qu'on te dit ? On dit 2 fois 6. Oui.
P : Oui Johan ?
Johan : 6 fois 2 + 2 fois 6
P : Alors, regardez bien ce qu'on vous dit.
Écoutez bien.

Notons que le malentendu peut être aggravé par des maladresses de formulation comme 2 fois 5 au lieu de 2 fois 6 ou comme la permutation des facteurs 6 fois 2 + 2 fois 6. P2 n'a comme seul argument que de demander aux élèves de « bien regarder » ce que le livre indique, de « bien écouter » !

Certains élèves, comme Bastien, jouent le jeu et aide P2 :

On vous dit. Oui, Bastien ?
Bastien : D'abord, il faut faire une opéra..., une multiplication
P : Oui. Quelle multiplication ?
Bastien : celle-là
P : Oui, comme ce qu'on doit trouver, ce qu'on doit chercher. D'accord ?

E : Il faut faire juste comme tu fais au tableau.
P : Voilà.
E : Le double.
P : Voilà. Voilà. Donc, c'est bon.

C'est sans doute ces incidents qui conduisent P_2 à paraphraser une nouvelle fois pour Tony, élève particulièrement en difficulté, les différentes étapes du calcul.

P : Écoute bien, Tony. On peut prendre un truc pour retenir sa table de quatre.
Bien entendu, on commence, il faut commencer par savoir faire la table de 2. Oui, Sébastien ?
Sébastien : La table de 6.
P : Est-ce que c'est la table de six ? Levez le doigt ! Tu as quelque chose à dire ?
E : C'est la table de quatre.
P : On veut retenir la table de quatre. Comment fait-on ? Oui, Michaèla ?
Michaèla : On retient la table de 2.
P : Il faut déjà bien savoir la table de 2. Donc, il faut partir sur une base, hein ? On vous dit d'utiliser la table de 2.
E : Qu'est-ce ...
P : Par 2. Oui ?
E : 2 fois 2. Comme. Non.
P : 2 fois 2. Bon, alors, viens. Regardez ! On vous dit :
Le professeur commente le calcul ci-dessous qu'elle écrit au tableau.
P : 6 multiplié par 4. d'accord ? On vous dit 6 multiplié par 4 égal 6 multiplié par 2
E : Entre parenthèses !
P : Donc ça, on le sait. C'est entre parenthèses. D'accord ? 6 multiplié par 2, ça fait...
Es : 12
Plusieurs enfants disent 12 ensemble.
P : Et après, on vous dit : ce résultat là, c'est pour ça qu'on le met entre parenthèses, on le double...
Es : 24 (ensemble).
P : On le multiplie par ?
E : On le double.
P : Par 2. On trouve le double de 2 ; effectivement on le multiplie par 2. Voilà ! Donc : 6 multiplié par 4 égal 24.

Il est parfois difficile de savoir si les élèves produisent une réponse erronée ou bien expriment une partie de ce qu'ils ont compris (pour calculer 6 fois 2, on peut aussi bien mobiliser la table de six que de deux). Dans le doute, le professeur rectifie les formulations produites par les élèves afin d'assurer la compréhension de tous. L'accumulation de ces « petits malentendus » risque de créer plus d'incompréhension que de clarté dans la mesure où le discours du professeur est haché, fréquemment interrompu. P2 aurait gagné en clarté soit en expliquant lui-même le calcul du livre, soit en demandant tout de suite aux élèves de calculer mentalement 4 fois 12 par exemple puis d'expliquer leur méthode de calcul.

P_2 justifie ainsi ces choix lors de l'entretien qui suit la séance. Il ne s'aperçoit pas de l'ambiguïté de son choix et déclare avoir essayé de répondre en temps réel à ce qu'il considère comme des injonctions formulées pendant la formation initiale : faire expliciter les procédures des élèves, mettre en place de situations amenant les élèves à construire seuls ou en partie les connaissances visées).

Voici un second exemple révélateur d'autres équilibres en construction.

2.1.2.2. Un exemple de gestion de matériels pédagogiques dans une situation soustractive au CP

Il s'agit de la séance étudiée au paragraphe précédent basée sur l'utilisation d'une piste numérique lors d'une séance d'introduction des écritures soustractives au CP. J'ai déjà décrit les grandes étapes du déroulement. L'analyse est maintenant centrée sur la gestion du matériel et sur l'aspect ludique de la situation. Le matériel utilisé comme le caractère ludique des activités proposées sont couramment proposés par beaucoup de manuels scolaires et reconnus comme adaptés par les conseillers pédagogiques consultés à ce propos. Ces derniers justifient cette phase ludique comme une manière commode d'engager les élèves dans l'activité, comme une occasion d'expériences individuelles de calcul.

Afin d'étudier les effets de cette gestion, évaluons la distance existant entre la tâche attendue par l'enseignant, la tâche prescrite et la tâche effectivement réalisée par les élèves. L'étude de la fiche de préparation comme le déroulement de la séance apportent des informations sur ce point.

La tâche attendue par le stagiaire P1 à la fin de l'activité de simulation collective et lors du jeu par binôme : les extraits ci-dessous de la fiche de préparation montre qu'il attend que les élèves anticipent (en comptant, surcomptant ou calculant) le résultat de chaque déplacement. P1 a même prévu de rappeler cet enjeu lors du jeu par binôme. Le scénario prévu pour le réinvestissement individuel reprend cet objectif avec un matériel adapté (ardoise, grande piste numérique collective et cache). Par contre, le seul codage prévu est un « schéma fléché ».

La tâche attendue lors de la mise en commun : d'après la préparation, il est très difficile de savoir sur quoi va porter le bilan et comment les élèves vont répondre aux questions : « qui a gagné et pourquoi ? » P1 attend-il une trace du déroulement de chaque jeu ou seulement le constat que le gagnant est celui qui est arrivé le premier sur la case d'arrivée ?

1. Lancement

- Nouvelle règle du jeu ; « on recule »

(...)

- Anticipation

Lorsque l'on lance les dés, il faut prévoir avec ce qu'indique le dé sur quelle case vous allez arriver.

2. Jeu par binôme

(...)

Première partie : Au milieu de la partie, rappeler la contrainte (avant d'avancer son pion, on doit se mettre d'accord sur la case où le joueur va arriver.

On avance son pion pour valider. On note les bonnes anticipations

$$17 \xrightarrow{+10} 27 \xrightarrow{-3} 24$$

(...)

3. Mise en commun

Qui a gagné ?

Pourquoi ?

4. Phase individuelle

. Afficher le support grand format au tableau.

. Les enfants prennent leur ardoise

- Déterminer le nombre de la case d'arrivée :

Départ 8, dé 3 arrivée ?

- Le cache :

Placer à la suite de la case où se trouve le pion, un cache sur quelques nombres de la piste.

Les élèves écrivent le nombre de la case d'arrivée sur leur ardoise.

Enlever le cache pour vérifier.

Nous avons vu dans le paragraphe précédent que la tâche effectivement prescrite par P1 lors du jeu par binôme est conforme aux prévisions. Par contre, il n'utilise pas le cache dans la phase de réinvestissement.

Il existe un décalage important entre la tâche prescrite et la tâche effectivement réalisée par les élèves lors du jeu par binôme. Les élèves jouent, déplacent leur jeton case à case sans prévoir, du moins explicitement, la case d'arrivée. L'essentiel de l'activité mathématique prévue semble inexistant à ce stade.

Ce décalage peut être attribué à la gestion de l'aspect ludique de la situation par P1. Le jeu proposé est trop prégnant pour que les élèves, à chaque jet de dé, anticipent sur le résultat du déplacement. Le plaisir de jouer s'oppose ici au calcul donc à l'activité mathématique visée. L'absence de production d'écritures notamment soustractives s'explique aisément par l'absence de prescriptions précises sur ce point. P1 a fait le pari que la simulation collective et le rappel de la consigne en cours de jeu permettraient d'éviter cette dérive. Bien que le scénario effectif soit un peu différent de celui prévu, le réinvestissement est la seule phase pendant laquelle les élèves doivent effectivement déterminer le résultat du déplacement évoqué par le maître.

Par contre, aucun codage n'est produit par les élèves, ni demandé par P1. Ce que regrettent les trois conseillers pédagogiques consultés. IF :

> *J'aurais bien aimé qu'à la fin, on arrive à l'objectif fixé et je pensais qu'on allait (...) y arriver quand elle a écrit les nombres au tableau justement dans les cases ; on aurait dû atteindre la conclusion. J'ai avancé, j'ai reculé, Comment dois-je écrire le fait d'avoir avancé, d'avoir reculé ? Je me disais, tiens, on va arriver à une certaine symbolisation (...) Et puis non !*

Le professeur stagiaire observé semble hésiter entre deux points de vue contradictoires : laisser jouer les élèves en espérant que l'activité mathématique va émerger du jeu ou bien leur proposer une activité beaucoup moins ludique mais plus mathématique. Le matériel utilisé renforce et alimente cette hésitation. Cette conception ludique est partagée par beaucoup de stagiaires qui semblent créditer les jeux de vertus motivantes exagérées. Les enfants seraient non seulement heureux de jouer durant les séances de mathématiques mais ce plaisir les amènerait, sans contraintes spécifiques, à produire des connaissances mathématiques. Cette dernière illusion s'accompagne et est renforcée par un défaut d'analyse a priori des contraintes inhérentes au matériel lors de l'élaboration du projet et par des hésitations sources de difficultés lors de sa mise en œuvre.

Les maîtres experts expriment ainsi cette nécessité d'allier contraintes et activité ludique :

> *La séance manque fondamentalement de rigueur et de niveau d'activité pour les enfants. Les enfants sont finalement peu actifs et puis ils sont livrés à eux-mêmes. Ils n'ont pas eu de vraie consigne, donc ils jouent !*

Ils traduisent ces contraintes sous forme d'un scénario qui prévoit d'introduire entre la présentation de la nouvelle activité et le jeu par binôme, une deuxième simulation collective basée sur le calcul mental. En fait, ce scénario prévoit en introduction une phase semblable à celle faite en bilan par P1. Le maître énonce le résultat d'un jet fictif de dé, les élèves écrivent sur leur ardoise la case d'arrivée. Le but est de s'assurer de la compréhension individuelle de la consigne par chaque élève :

> *avant (...) de passer au travail par équipe, on pourrait avec l'ardoise, et le système Lamartinière, vérifier si les enfants ont tous bien compris ! Et là, on fera disparaître, par ce moment de directivité, l'aléatoire. C'est-à-dire que l'on part tous de la case 14, on gagne tous 4 ou 3, et on répond à la question : sur quelle case arrive-t-on ? D'accord ?*

La gestion maladroite de l'activité ludique, apparemment due à une mauvaise gestion du matériel utilisé, révèle en fait de nombreuses tensions relatives au statut du jeu dans l'apprentissage. Le professeur stagiaire, convaincu de l'intérêt de proposer des activités ludiques, mésestime les contraintes nécessaires à une mise en œuvre efficace. Cela l'amène à osciller entre des activités se réduisant à une exploration libre du jeu, prétexte à l'apprentissage (phases de jeu par binôme et de bilan) et des activités plus « traditionnelles » ayant perdu leur caractère ludique (réinvestissement).

J'ai essayé de montrer, à partir de ces deux exemples comment une maîtrise incomplète de gestes professionnels intervenant dans l'organisation de certains éléments de la composante matérielle du milieu d'une situation peut se traduire dans l'action par des compromis entre des conceptions apparemment antagonistes de l'enseignement et de l'apprentissage. Ces compromis se révèlent sources de difficultés tant pour les apprentissages des élèves que pour le confort du professeur.

2.1.3. La gestion simultanée et dans l'action des différentes variables de la situation

Il s'agit de l'analyse d'une séance de mathématiques de CM_2 comportant deux parties : l'une consacrée à des exercices de calcul mental et l'autre à la résolution de problèmes ; toutes les deux font intervenir les multiples ou les diviseurs d'un nombre entier. La séance est conduite par un professeur stagiaire P3 de deuxième année lors d'un stage de pratique accompagnée ; elle a été préparée avec l'aide du conseiller pédagogique de la classe d'accueil. Une activité précédente ayant montré la nécessité de revenir sur la résolution de problèmes de division ; les exercices de calcul mental sont donc des approfondissements d'activités pratiquées précédemment.

Lors de la préparation de la séance, le maître-formateur a décrit un scénario possible mais a laissé à la charge du stagiaire, la tâche de fixer les différentes valeurs des variables des situations envisagées. Cela fait partie d'un contrat plus ou moins explicite entre stagiaire et maître-formateur, parfois source de difficulté car le stagiaire ne perçoit pas toujours la part du travail qui lui incombe.

J'analyse également les fiches de préparation du stagiaire.

La séquence a duré 52 minutes ; les activités de calcul mental durent 16 minutes, la résolution de deux des trois exercices prévus dure 36 minutes.

Les tableaux ci-dessous présentent les choix effectués par P3 concernant la taille des nombres, le temps consacré aux calculs et la forme de travail adoptée.

Les exercices de calcul mental font intervenir les domaines numériques 1 et 2, le temps laissé pour leur résolution n'excède pas 3 minutes. Cela semble adapté aux compétences d'élèves de CM_2. Le traitement des deux problèmes de division fait certes intervenir des données numériques un peu plus complexes (domaine 3) mais occupe respectivement 23 et 26 minutes (résolution écrite et correction collective comprise). Ce qui semble être un temps trop long pour le domaine numérique choisi. Certes, le professeur doit prendre en compte le temps nécessaire à la rédaction des solutions, à l'explicitation des différentes méthodes de résolution, toutefois la différence de temps reste très importante compte tenu de la proximité des domaines numériques mobilisés.

Les valeurs numériques intervenant dans les deux modes de calcul étant relativement proches, le temps plus long accordé au traitement écrit va se traduire par une grande hétérogénéité dans le travail des élèves. Nombre d'élèves ayant rapidement terminé la résolution du premier exercice vont s'engager dans la recherche du second alors que leurs pairs n'ont pas encore rédigé la solution du premier. Le professeur va engager la correction collective du premier problème dans une configuration très inconfortable : une partie de la classe n'ayant pas terminé la résolution alors que la seconde partie des élèves est mobilisée par la résolution du second exercice. Certains élèves produisent pendant cette correction une solution alors que les seconds ont en partie oublié la tâche à effectuer. Cela conduit à des malentendus : certains réinventant maladroitement une solution.

Ces difficultés sont sans doute dues à une erreur d'évaluation a priori des valeurs des variables numériques, de la durée et du mode de résolution. Elles sont dues également à un défaut de régulation lors du déroulement effectif de la séance, comme semble le prouver le témoignage du maître formateur chargé de la classe. Ce dernier déclare que dans des circonstances analogues, il aurait raccourci le temps de résolution ou à changer le mode de résolution en cours d'activité. Trop fidèle à son projet, le professeur stagiaire a maintenu ses choix, ce qui s'est traduit par une démobilisation croissante des élèves et par des incompréhensions sans doute possibles à éviter.

Domaines numériques convoqués

a x b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2														
3		Domaine 0					3 x 7							
4							Domaine 1							
5														
6					5 x 6	6 x 6	7 x ?		3 x 9					
7									4 x 9					
8			3 x ?		6 x ?			6 x 8	9 x 8					
9		Domaine 1					Domaine 2		9 x 9					
10			Domaine 0											
11														
12														
13														
14														

Comparaison des valeurs de certaines variables de la situation

exercice	Domaine numérique	Temps (en mn)	Forme de travail
1	1	4	Résolution mentale
2	2	1	Résolution mentale
3	2	1	Résolution mentale
4	1	3	Résolution mentale
5	1	3	Résolution mentale
6	2	2	Résolution mentale
7	2	2	Résolution mentale
8	1	1	Résolution mentale
Pb1	3	23	résolution écrite
Pb2	3	26	résolution écrite

Cet exemple témoigne des difficultés pouvant être rencontrées par certains professeurs novices lors de la régulation, dans l'action, de choix fixés a priori. Le professeur stagiaire essaie de maintenir en temps réel un équilibre fragile entre un projet d'enseignement construit à partir de recommandations émises par des formateurs et les adaptations locales indispensables au maintien d'attitudes de travail favorables à des apprentissages de la part des élèves. Ne pouvant faire référence à une expérience passée, il doit improviser des changements en fonction de la mobilisation apparente des élèves. Dans notre cas, P3 maintient la mise en œuvre de son projet.

2.2. Les gestes professionnels participant plutôt des processus de régulation et d'institutionnalisation

2.2.1. Le recueil d'informations et les diagnostics relatifs au travail des élèves en cours d'activité

Afin de mieux comprendre comment les professeurs novices réalisent cette tâche, nous devons tout d'abord comprendre comment les enseignants plus expérimentés recueillent ces informations. Il s'agit d'étudier les diagnostics effectués par le professeur pendant l'activité des élèves, qu'ils soient occupés à chercher ou bien en situation d'écoute. Je ne m'intéresse pas aux évaluations « standards » des élèves organisées a priori dans le but de mesurer l'acquisition de notions préalablement enseignées.

2.2.1.1. L'observation, le recueil d'informations et les diagnostics relatifs au travail des élèves pratiqués en cours d'activité par les professeurs expérimentés

Les modalités de recueil d'informations et de diagnostic « à chaud » d'un professeur novice enseignant pour un temps limité (de quelques heures à au plus 4 semaines) dans une classe ne peuvent être les mêmes que celles des professeurs plus expérimentés.

De nombreux témoignages m'amènent à penser que les professeurs d'école expérimentés prennent de manière très sélective des informations sur les productions de leurs élèves. Ils s'appuient pour cela à la fois sur leur expérience professionnelle et sur la connaissance de leur classe. Il semble que ces enseignants, pour connaître l'état des productions ou de compréhension des élèves à un moment donné, mettent souvent en œuvre une stratégie proche de celle exposée ci-dessous. Pour une situation donnée, déjà proposée ou proche d'une situation déjà proposée dans le passé à des élèves de niveau scolaire équivalent, ils évaluent l'état de leur classe en observant plus particulièrement quelques élèves qu'ils jugent prototypiques de la classe. Ils ne peuvent souvent faire davantage sans prendre le risque de casser le rythme de travail de la séance. Leur expérience professionnelle leur permet d'évaluer plus ou moins précisément les productions et performances susceptibles d'être produites. Tout se passe donc comme s'ils comparaient les observations effectuées sur les élèves prototypes de leur classe donnée avec les productions attendues d'élèves génériques. Si la comparaison ne fait pas apparaître d'écarts trop importants, ils continuent à gérer la séance comme prévu sinon ils doivent traiter cet état imprévu. Il est évident que cette prise d'informations n'est que partielle ; elle peut amener à des appréciations erronées mais elle semble suffisamment économique et efficace pour être couramment pratiquée.

Les témoignages recueillis rejoignent des études effectuées par d'autres sur ce point (Tochon, 1993). Je pense que ce type de gestes professionnels participe davantage de l'ordre du métier que des genres et styles.

Les professeurs novices ne peuvent mettre en œuvre ce mode de diagnostic.

2.2.1.2. L'observation, le recueil d'informations et les diagnostics relatifs au travail des élèves pratiqués en cours d'activité par les professeurs novices

Les professeurs stagiaires en formation initiale n'ont pas, le plus souvent, la possibilité de mettre en œuvre une telle stratégie. En effet leur manque d'expérience professionnelle ne leur permet pas d'interroger leurs souvenirs pour prévoir les comportements d'élèves. De plus, leur méconnaissance de la classe, du moins dans les premiers jours d'exercice, ne leur permet pas toujours de déterminer les « bons » élèves à observer. Ils vont donc être contraints soit d'adapter de façon très libre la stratégie experte décrite ci-dessous, soit d'en construire une autre. L'analyse a priori des situations, lors de l'élaboration du projet, peut leur permettre de prévoir en partie les procédures et performances des élèves mais elle se révèle coûteuse en temps, difficile à mener, peu efficace car trop souvent incomplète. Ils doivent donc compléter ces prévisions par une observation précise et plus systématique des élèves, notamment lors des phases de recherche individuelle ou collective. Cela leur impose de prendre de la distance par rapport à la classe, d'être moins disponibles pour aider les élèves.

Là encore, le professeur stagiaire va donc devoir gérer au quotidien une tension entre deux attitudes : rester suffisamment disponible pour aider individuellement les élèves en difficulté ou se mettre en retrait pour observer les démarches autonomes et individuelles de tous les élèves. La seconde est d'autant plus difficile à maintenir que la première semble répondre à la fois à une injonction institutionnelle et aux sollicitations des élèves (demandes récurrentes d'aide ou de validation).

L'analyse de séances filmées montre que les professeurs novices répondent trop souvent aux sollicitations des élèves et ne prennent donc pas les informations nécessaires pour réguler ou prévoir l'organisation du bilan des productions des élèves. Ce défaut d'informations peut donc se révéler lors de l'analyse des stratégies mises en œuvre par les stagiaires lors des phases de synthèse et de bilan.

2.2.2. Gestion des phases de bilan, de synthèse, de correction et d'institutionnalisation : la restitution de l'histoire de la recherche des élèves

Analysons la mise en œuvre d'une phase de synthèse particulièrement significative de certaines séances observées.

Il s'agit du professeur stagiaire P_2 déjà évoqué à propos de la séance portant sur le calcul de produits par 4 (double du double). Il propose aux élèves de résoudre le problème suivant inspiré de l'ouvrage « Objectif Calcul », CE_2, Editions Nathan. 1989.

Le livre du maître propose un scénario qui semble avoir inspiré celui du professeur stagiaire. Cette résolution de problème s'inscrit dans une séance abordant la multiplication à partir de « *situations où apparaît un coefficient multiplicateur* ». Les auteurs du manuel proposent

> *d'accepter les deux procédés de calcul, addition réitérée et multiplication, en faisant remarquer qu'un procédé est plus rapide que l'autre.*

Ils ne privilégient aucune écriture multiplicative particulière et recommandent d'introduire « *des représentations qui traduisent différemment les situations* :

$\boxed{3} \xrightarrow{x6}$ **pour la première ce qui se dit "3 multiplié par 6"**

$\boxed{6} \xrightarrow{x3}$ **pour la seconde**

Par contre, les auteurs du manuel proposent en conclusion d'institutionnaliser des formulations rendant compte de la dissymétrie de la situation :

Si j'achète 6 pinceaux à 3 francs, ma dépense en francs s'écrira 3 x 6. 3 est multiplié par 6. C'est le prix d'un pinceau multiplié par le nombre de pinceaux.

Enfin, ils attirent l'attention des maîtres sur l'importance d'une explicitation des données de l'énoncé et sur la justification des calculs.

Le scénario mis en œuvre par le professeur stagiaire reprend pour une part celui proposé par les auteurs du manuel mais s'en distingue sur plusieurs points.

La consigne initiale est écrite au tableau :

1°) Vous recopiez sur le bon de commande les indications du livre

2°) Vous complétez le bon de commande.

Le professeur distribue un polycopié où est ébauché le tableau ci-dessous que les élèves doivent compléter en recopiant les données du livre (en caractères italiques).

DÉSIGNATION	PRIX UNITAIRE	QUANTITÉ	PRIX TOTAL
fard à l'eau : blanc, noir, rouge, jaune	*21*	*5*	
paillettes : blanc, or, argent	*30*	*3*	
crayon maquillage	*15*	*2*	
rouge à lèvres	*18*	*1*	
Pinceaux	*3*	*6*	
	TOTAL...		

La présentation du tableau s'accompagne d'un commentaire de la situation fait à partir de la lecture du livre de l'élève. Il s'agit d'énoncer et d'expliciter la tâche globale et les sous-tâches (calculs partiels). Certaines expressions comme « bon de commande » sont explicitées en référence au tableau ci-dessous.

Lors de la correction, le professeur suit un déroulement linéaire conforme à celui proposé par les auteurs du livre du maître : correction de chaque ligne de calcul puis correction du calcul de la dépense totale.

Si je fais abstraction du contexte particulier de chaque calcul (données), ces corrections partielles sont organisées selon un même schéma représenté ci-dessous.

Cette gestion s'accompagne de confusions, voire de tensions, et provoque des malentendus entre élèves et professeur.

Certains élèves interrogés réinventent avec difficulté la solution. Ainsi Morgan, bien qu'ayant trouvé la bonne réponse expose une solution erronée suite à une erreur de données (sans doute les 6 pinceaux du dernier calcul au lieu des 5 fards du premier)

P : Cinq, bon ! Alors, quelles sont ... les réponses ? Morgan ?
Morgan : 105.
P : 105.
Morgan : 108.

P : Chut ! Est-ce qu'il y a d'autres réponses ?
P : 108. Bon ! D'autres réponses ? Thomas ?
Thomas : (...)
P : Pardon ?
Thomas : 105
P : D'autres réponses ? Est - ce que vous avez d'autres réponses que 105 et 108 ?
E : Brouhaha
P : Julien ?
Julien : 261.
P : 261.
Es : Non ! Non !
P : Chut ! Pour la première ligne, hein ? Tu n'as pas écouté la question ; est - ce que vous avez d'autres réponses que 105 et 108 pour la première ligne ? Oui, Michaèla?
Michaèla : Bastien, il ne marque rien !
P : Est - ce que c'est une réponse que tu me donnes, Michaèla ? Non ! Je veux une réponse pour la première ligne. Est-ce que vous avez d'autres réponses que celles qui sont marquées au tableau ?
Es : Non !
P : Charles-Henri, tu as une autre réponse ? Viens la corriger ? Est-ce que c'est tout ? Il n'y a que 2 réponses. Morgan, tu as trouvé ?
Morgan : 105.
P : 105. Tu viens nous expliquer ce que tu as fait. Écoutez bien, les autres. Surtout ceux qui n'y sont pas arrivés.
Morgan se déplace et vient au tableau.
P : Alors ?
Morgan (tout en écrivant au tableau) : 6 fois 5 ...
P : Oui, continue
M : On ajoute 5 jusqu'à 6. Ca fait trente.
P : Ca fait 30, oui. Six fois 5 ça fait 30. Oui !
Hésitations de l'élève, bruits de pas et de craies.
P : Tu ne te rappelles plus, réfléchis !
(silence de quelques secondes)
P : Regardes bien là-bas. Tu t'es trompée ? Chut !
L'élève hésite, fait des calculs un peu au hasard, elle semble ne plus se rappeler de ce qu'il faut faire et dire.
M : 6 fois 2, ça fait 12 et 6 fois 1, ça fait 6.
L'élève écrit au tableau :
6 x 21 = 126
P : Tu me dis, ça fait 126. Pourtant, Charles - Henri proposait 105 francs. Alors ? Quelque chose qui ne va pas là ! Chut ! Y a quelqu'un qui peut aider Morgan ?
E : Oui, moi !
P : Oui ? Oui, Bastien.
Bastien : (...)
P : Tu dis de ta place.
Bastien : C'est parce que le chiffre de là-bas, c'est 5.
P : Regarde bien ! Le chiffre de là-bas, c'est quoi Bastien ? Tu peux me dire très clairement ce que ça veut dire le chiffre de là-bas.

Bastien : le chiffre, le chiffre 5 est pas
P : le chiffre 6, c'est 5.
Es : Non, oui !
P : Chut ! Écoutez, Bastien. Ce qu'il nous dit.
Bastien : Dans quantité il y a...
P : Dans quantité, il y a cinq ! Donc ! Morgan ! Tu t'es trompée. Tu t'es trompée dans le nombre qu'il y avait dans la partie, dans le nombre d'objets. Hein ? Tu es d'accord ?

Le professeur stagiaire tente de prendre en compte les conseils prodigués par le manuel et les sollicitations des élèves. Il semble aussi vouloir répondre à l'attente supposée du formateur qui assiste à la séance. Il formule ainsi cette attente lors de l'entretien qui a suivi la séance :

> *il faut faire expliciter les procédures des élèves, amener ceux-ci à les justifier et traiter leurs erreurs.*

Le professeur stagiaire tente de prendre en compte les conseils prodigués par le manuel et les sollicitations des élèves. Il semble aussi vouloir répondre à l'attente supposée du formateur qui assiste à la séance. Il formule ainsi cette attente lors de l'entretien qui a suivi la séance :

> *il faut faire expliciter les procédures des élèves, amener ceux-ci à les justifier et traiter leurs erreurs.*

Travail systématique sur la représentation du problème

Explicitation des données du problème (valeur, signification, rôle éventuel dans le calcul)

Enoncé et explicitation du résultat du calcul (signification, inventaire plus ou moins complet des réponses produites par les élèves)

Questionnement plutôt fermé

Malentendus ou dérives possibles :

Enoncé de réponses ne correspondant pas au calcul évoqué

Risque de lassitude des élèves

Demande (plus ou moins explicite) souvent réitérée :

- D'explication d'une procédure
- De justification de cette procédure

Souvent accompagnée du passage d'un questionnement relativement ouvert à un questionnement plutôt fermé

Malentendus ou dérives possibles :

- confusion entre énoncé du résultat, procédure de calcul, énoncés des raisons ayant conduit au de la procédure (économie ou justification ou choix de l'opération)
- invention par l'élève interrogé, après coup, d'une nouvelle procédure de calcul plus ou moins adaptée
- énoncé par les élèves d'évidences

Risque de lassitude des élèves

Un traitement des erreurs (choix des données, calculs) minimisé au profit de l'intérêt porté au « raisonnement » correct (procédures de calcul et choix de l'opération)

Des formulations maladroites et confuses explicitant des éléments de vocabulaire

Malentendus ou dérives possibles :

- renforcement de la confusion, de la lassitude
- risque de réduction de la tâche de l'élève à la simple copie de la solution juste

Il essaie de reconstruire a posteriori une représentation du calcul (au sens de J.F. Richard[67]). Il essaie d'obtenir une justification des procédures et opérations mobilisées par les élèves. Toutefois, il confond l'explicitation des procédures avec l'explicitation du modèle sous-jacent à la situation (opération experte permettant de résoudre le problème) ou avec la comparaison en terme d'économie (du point de vue élève) des différentes procédures (expertes ou plus primitives) conduisant à une réponse juste.

P : Donc ici, nous avons les paillettes.
Bien ! Qui peut me dire ce qu'il a trouvé en levant le doigt ?
Es : Maîtresse ! Maîtresse !
P : Michaèla ?
Michaèla : 90 francs.
Es : Ouais !
(...)
M : Vous trouvez bon ?
Bon. Bien, Michaèla, tu peux m'expliquer le raisonnement que tu t'es fait dans la tête. Viens, viens nous montrer Michaèla. Alors, qu'est-ce qu'il y a ? Tu peux compléter ici, là, s'il te plaît. Écoutez bien. Est-ce que Bastien veut bien regarder. Donc ici, on a 30 francs. Qui peut me dire ce que ça représente 30 francs ? Pascal?
7 ou 8 élèves lèvent la main, les autres attendent en remuant que ça se passe !
Des élèves font des additions.
Réfléchis bien. Qu'est-ce que ça représente 30 F. ? ...
Il faut écouter Pascale. Sinon après tu ne sais pas. Michaèla ? Qu'est-ce que c'est ? Euh, pardon, Axel.
E : Dix.
M : Pardon ?
inaudible
M : Ce n'est pas ça que je demande.
E : Oh, ça y est !
M : Chut ! Qu'est-ce que ça représente 30 francs dans le tableau ? Yohan ?
Yohan : ben c'est un objet.
Es : Non !
Yohan : Un objet.
M : Ce n'est pas un objet, 30 F. Oui, Pascale.
Chut.
Pascale (tout bas) : Un prix.
M : Et le prix de quoi ? Chut.
Pascale : le prix d'un objet.
M : D'un objet. D'accord.
Après, ici. Qu'est-ce qu'il y a ?
Michaèla : le numéro trois
M : il y a trois objets nous dit, euh, Michaèla. Bien, alors, quel est le raisonnement que tu as fait ?

---

[67] J.F. Richard In Revue Française de Pédagogie n°29 : un problème est défini par trois catégories d'éléments : la situation initiale, la situation terminale ou but à atteindre, les transformations (matérielles ou symboliques) permise pour y parvenir. La représentation du problème est l'interprétation que le sujet se donne de ces différents éléments

Très fort, pour toute la classe.
Tu ne te rappelles plus ! Réfléchis un petit peu, je te laisse un petit moment.
Michaèla : (très bas) : C'était quinze (?) Multiplié par trois.
M : Vas-y. Tu vas me dire pourquoi tu fais ça.
Alors, Michaèla a fait l'opération : 30 multiplié par 3. Ca fait ?
...
les élèves s'agitent de plus en plus
Il faut que tu nous aide; Je demande à Michaèla pourquoi elle a fait cette opération. Écoutez bien, tout le monde. Tony, tu écoutes ? Bastien, tu t'amuses et tu n'écoutes pas et tu n'as pas trouvé la réponse. Je voudrais que tu écoutes Michaèla..
E : Il copie sur le voisin (?)
M : Bien, Michaèla, tu nous dis tout fort le raisonnement que tu as fait.
Michaèla : j'ai fais
M : Écoutez bien
Michaèla : Je sais que trente, ça fait 30 multiplié par 2, ça fait 60. J'ai rajouté 3.
M : D'accord, ce n'est pas tout à fait ce que je te demandais. Je veux, je sais comment tu as fait pour trouver ça !
E : Ouais
M : Je voudrais savoir pourquoi tu as fait cette opération. Pourquoi as-tu fait cette opération ? Pourquoi elle se (?) Pour trouver cette réponse ?
Bruits divers
Es : Maîtresse, maîtresse !!
M : Chut !
...
Es : ...
M : Bastien ! Est-ce que toi, tu sais ? Tu peux aider Michaèla ? Non ? Donc tu dois écouter !
E : J'ai pas pris...
M : Alexandre ? Quel est le raisonnement qu'il faut faire ? Pourquoi faut-il mettre une multiplication ? Yohan ?
Yohan : Parce qu'il y a trois objets de trente francs.
M : D'accord ?
Est-ce que tout le monde a compris ? Tony ?
Il y a trois objets de trente francs ; tu peux me répéter Bastien ? Tu peux me répéter ?
Bastien : il y a trois objets de 30 francs.
M : Où se trouvent ces trois objets de trente francs ?
M : Il y a trois objets de 30 francs. Donc ça nous permet de trouver quoi, Bastien ?
Bastien : euh !
E : Il n'a pas trouvé
E (petite fille, sans doute Michaèla, tout bas) : Le résultat...
M : Comment ? Le résultat
Et qu'est-ce que c'est le résultat ? Qu'est-ce que c'est qu'on te demande ?

Michaèla : De chercher le résultat.
M : Oui.
Michaèla : Faire l'addition et la soust..
M : on vous demande de trouver le prix pour tous les objets qui sont indiqués là. Donc, on sait que pour un objet, on paie trente francs. Donc, pour trois objets, on paie 30 multiplié par trois
E : Egal
M : Ca fait 90 francs. On pourrait faire aussi. Voilà un objet 30 francs plus un objet 30 francs plus un objet qui vaut 30 francs plus un objet qui vaut 30 francs
Es : 3 et 3 6 plus 3
M : Et ça va plus vite de faire 30 multiplié par 3.
Es : Moi, je sais.

Cette confusion est relayée par l'usage d'un vocabulaire ambigu :

explique ton raisonnement. Explique comment tu as fait dans ta tête. Pourquoi as-tu pensé qu'il fallait faire une multiplication ? Peux-tu m'expliquer le raisonnement que tu t'es fait dans la tête ? Qu'as-tu trouvé ? etc...
Voici un autre exemple de ces demandes d'explication :
Morgan : 5 fois 1, ça fait 5.
P : Oui.
Morgan : 2 fois 5, ça fait 10.
P : Bien, regarde bien ce que tu as fait. Une opération qui s'appelle ?
Es : Une multiplication.
Morgan : Une multiplication.
P : Une multiplication, oui. Maintenant, peux-tu expliquer à tes camarades pourquoi tu as fait une multiplication ? Et bien, tu regardes bien ce que tu as là. Pourquoi, tu as pensé qu'il fallait faire une multiplication ?
E : Inaudible
P : Plus fort, pour tout le monde.
Morgan : Parce une addition c'est plus long.
P : Oui, tu as fait une multiplication parce que c'est plus rapide... que plusieurs additions ; mais pourquoi, de toute façon, pourquoi, pourquoi aurais-tu fait plusieurs additions. Explique ton raisonnement.
Morgan : (...)
P : Est-ce que tu peux expliquer pourquoi, Où tu as fait une multiplication où tu aurais pu faire plusieurs additions. Alexandre, tu veux bien écouter, s'il te plaît.
(...)
P : Quelqu'un peut aider Morgan ? Oui, Yohan ?
Yohan : 5 fois 21 francs
P : Il y a 5 fois 21 francs. Plus précisément Amandine ?
Amandine : il faut faire... Il faut compter 5 fois 21.
P : Il faut compter 5 fois 21. Pourquoi ? Alors, on compte 5 fois 21 ? Soit-on fait 21 multiplié par 5, soit on fait 21, plus 21, hein , 5 fois ? D'accord ? Etc... Pourquoi ? Oui Michaèla ?
Michaèla : Parce qu'on nous le demande dans le livre.

P : On nous demande. On ne vous demande pas de faire des multiplications quand même, dans le livre ! On vous demande de trouver le prix total ? Pourquoi faut-il faire ce calcul là, Amandine ?
Amandine : Parce que c'est plus simple.
P : Il y a cinq ?
Amandine : Euh ... fards à eau
P: Oui, et puis ?
A : Et puis 3 qui valent 21 francs.
P : Donc ?
A : Euh ...5 fois 21.
P : Donc, Amandine nous dit : chaque fard vaut ?
A : 21 francs
P : 21 francs
A : Il faut 5 fois...
P : Il y a ?
A : Non, euh ...
P : Chaque fard à eau vaut 21 F, il y a ?
A : 5 fards à eau.
Quelques remarques faites par l'observateur pendant cette phase :
11.07 : Les élèves écoutent très distraitement.
Au fond, 4 élèves se dissipent...
Deux élèves de plus n'écoutent plus...
Trois nouveaux élèves n'écoutent plus...
11.09 : comme le professeur insiste, les élèves s'agitent de plus en plus.
11.10 : P : 5 fards à eau. D'accord ? Donc ? Nicolas tu pourras nous redire le raisonnement d'Amandine ? Tu pourras ? Est - ce que tu pourras ? Tu pourras oui ou non ?
Nicolas : (...)
P : Oui ou non ?
N : (...)
P : Je ne pense pas ! Donc, il faut écouter ! Pierre, tu arrêtes de gigoter ! Donc nous avons 5 fards à eau, chaque fard à eau coûte ?
Amandine : 21 francs
P : Donc, il faudra payer ?
A : Payer, euh ... 5 fois 21 francs.
P : Très bien
A : On peut faire l'addition ou une mulitplic...
P : C'est ce que tu avais ... fait. Et que tu n'as pas su bien expliquer. D'accord ? Donc, ici, on est d'accord.

De leur côté, les élèves ont tendance à confondre le simple énoncé de la réponse, l'explicitation du mode de calcul et la justification de celui-ci. S'ils peuvent saisir la différence entre résultat et calcul ayant conduit à ce résultat, il leur est plus difficile d'énoncer une justification. Le résultat comme la procédure relèvent, pour nombre d'entre eux, de l'évidence, évidence elle-même renforcée par l'emploi d'un vocabulaire approprié : « *Parce qu'il y a trois objets de trente francs ; 5 fois 2 ; Il faut 5 fois...* ». Cela renforce la confusion installée par le professeur stagiaire.

11.22 M : Bien. Sandrine, tu peux me dire... comment tu as fait pour trouver 30 ? Vous écoutez bien, s'il vous plaît.
....

M : tu dis tout fort le raisonnement que tu as fait.
Sandrine (tout bas) : J'ai fait : deux, j'ai fait (inaudible), d'après les notes prises, elle semble vouloir dire : 15 x 2 = 2 x 15 = 30)
M : alors ! Pourquoi ? Tu as fait donc une multiplication. Tu peux me dire pourquoi tu as fait cette multiplication ?
Sandrine : parce que je savais qu'il fallait multiplier deux.
M : tu n'as pas fais une multiplication parce que tu savais ta table de deux ! Je voudrais savoir pourquoi tu as fais une multiplication ; on l'a... On l'a expliqué tout alors pour les autres exemples. Regarde bien ! Ton tableau, regardes bien ! Peux-tu me dire pourquoi tu as fait 2 multiplié par 15 ? Tu me dis ton raisonnement.
Sandrine : parce que
Es : murmures
Sandrine : Le, ça fait 15,
M : attends parce que tout le monde n'écoute pas !
...
Sandrine : inaudible
M : le prix de quoi ?
Sandrine : le prix du (difficilement audible, sans doute : euh un crayon, c'est quinze)
M : le prix de un crayon, c'est 15. Oui, après
Sandrine : et la quantité c'est 2.
M : il y a 2, c'est vrai. Bon.
...
murmures.

Le professeur comme les élèves peuvent alors se trouver prisonniers d'une dynamique créatrice de malentendus. Les élèves rompent parfois cette dynamique grâce à des arguments relevant du contrat : «*parce qu'on nous le demande dans le livre* ». Le professeur essaie d'en sortir par des paraphrases.

Cet incident s'accompagne souvent de dialogues entre le professeur et un élève particulier et ce, au détriment de la classe entière. En voici un exemple lors de la correction du prix total à payer :

D'accord ? Bien. Et là ? On vous demande quoi ? Chut, après ?
Es : le total, total, total !
M : Ca correspond à quoi, le total ? Oui, Sandrine ?
Sandrine : le total, ça correspond... à ....
M : Chut
Sandrine (dans un brouhaha) . A qu'elle va payer.
M : Chut !!! Attends, attends, il n'y a pas le silence.
On ne peut pas t'entendre.. Chut !!!
Le brouhaha continue, les enfants du devant de la classe essaient d'écouter, plus ou moins en se taisant.
11.27 : Sandrine : ....inaudible ...(peut être dit-elle 252F ; le professeur tire un trait au tableau)
M : Oui, mais ça correspond à quoi ? Qu'est-ce qu'elle va avoir pour 250 francs ?
E : Tout
M : Bon, Sandrine nous dit ici, il faut mettre 252 francs.
Es : Nooon !!!

M : Bon, attends ! Quelle opération as-tu faite ?
Sandrine : 105 + 428 + 30 + 18 ... 18
M : Tout le monde a trouvé ça ?
Es : Nooooon!!!!!
M : Bon, alors je vais noter tous les résultats que vous avez trouvés ; mais je voudrais d'abord que tu me dises à quoi correspond ce résultat qu'on va trouver ?
Sandrine, tu peux continuer ? A quoi correspond le nombre qu'on va mettre là ?
E : Tout
M : Le prix qu'elle va payer pourquoi. Tout à l'heure, tu as dit que c'est le prix qu'elle va payer ; mais pourquoi ?
E : C'est quoi, c'est nul !
...
M : Est-ce que quelqu'un peut aider Sandrine ?
Alexandre, tu peux aider Sandrine ?
Alexandre : Oui.
M : Tu lèves le doigt !
Alexandre : C'est le prix qu'elle va payer
M : Ce n'est pas ça que je veux savoir ! La question que je pose, c'est : ce nombre là, correspond à quoi ?
Sandrine a commencé à dire : c'est le prix que madame Bernardin va payer ; mais pourquoi ?
Michaèla ?
Michaèla : Le prix de tous les objets.
M : Le prix pour tousss... ça, et non pas pour chaque ligne ! Ce n'est pas la même chose que ça ! Donc elle dit qu'il faut faire : 105 + 90 + 30 +..; Alors ?
Es : Ca fait 261
M : Alors ?
Es : 261 ! 261 ! (tous ensemble)
M : Il suffisait que tu refasses ton opération ! Alors, comment fait-on ?
Vous vous souvenez quand
Brouhaha
M : Tu t'es trompée. Bon, alors, il faut faire quoi : 5 après ?
E : 5 + 8
M : Ca fait combien ?
E : ....
E : 12....
E : 13
M : Après ?
Brouhaha
Sandrine : 9
M : Viens, ça sera plus facile ! Viens au tableau.
Viens au tableau.
Brouhaha de plus en plus fort.
M : ce n'est pas l'heure encore ! Hein les enfants ?
E : Si !
M : Non ! Asseyez-vous ! de toute façon, vous ne sortirez que lorsqu'il y aura le silence...

M : Assieds-toi !
Brouhaha
Plus personne n'écoute ce qui se passe au tableau. où la maîtresse s'adresse, plutôt à voix basse à Sandrine.

Sandrine : 9 et 3, 9 et 3... inaudible, beaucoup de bruit de pieds, de chaises...
...
Sandrine : (on entend des brides de phrases) : 14, 16. euh 15...
....
M : Chut !!!
E : Oh, il s'est mis une feuille sur la tête...
...
M : Chut !! Vous n'avez pas écouté ! Euh ! Bastien !
Bastien : Il est entrain de tailler son stylo !
M : Bon ! Donc, le résultat c'est 261. Tout le monde a...
Es : Ouaiiiiiii!!!
M : compris
Es : Ouaiiii!!!!
M : (Dans un bruit important) : tout le monde a complété son nom bien sûr ! Même, Bastien ?
E : On peut l'effacer
M : Chut !!

A cela, s'ajoute le souci du professeur d'amener les élèves à dresser la liste des réponses fournies et donc des erreurs produites, mais sa centration sur les justifications l'amène à minimiser l'origine des erreurs alors que justement ce traitement pouvait accréditer un argument d'économie.

Cette gestion se traduit pour nombre d'élèves par un désintérêt croissant pour la synthèse et renforce des attitudes passives du type : attendre l'énoncé de la bonne réponse et recopier celle-ci. Ainsi :

E : Brouhaha.
P : Bien, alors ?
E : On corrige ?
P : Si c'est juste, vous le laissez, si ce n'est pas juste, vous corrigez. Tu veux bien t'asseoir s'il te plaît. Tu t'occupes de ton exercice. Donc ici, nous avons les paillettes.

Enfin, devant la résistance des élèves, le professeur est amené, malgré lui, à abandonner parfois très vite un questionnement ouvert pour un questionnement fermé. Cette dérive médiative semble avoir deux effets contradictoires : accroître le désintérêt de certains élèves ou au contraire gagner leur complicité. Il est en effet aisé et rassurant pour certains élèves de produire des réponses à des questions à trou alors que c'est une source de lassitude pour d'autres.

Je retrouve ici un résultat déjà mis en évidence par Vergnes (2002) concernant la difficulté pour des professeurs d'école confirmés de gérer les corrections des activités. Le professeur éprouve de grandes difficultés à faire formuler des preuves. Vergnes souligne que ces enseignants ne disposent pas de référence théorique leur permettant de construire un geste professionnel adapté. Ainsi, la gestion des phases de synthèse peut s'appuyer sur des techniques issues de recherches comme la conduite d'entretien d'explicitation (Vermerch, date). Par contre, les recherches portant sur le raisonnement et l'argumentation à l'école primaire ne sont pas assez développées pour avoir produit des techniques d'explicitation équivalentes.

Signalons enfin que cette dynamique dangereuse peut être renforcée par un manque d'observation préalable du professeur : certains élèves interrogés peuvent en effet accentuer les dérives possibles par manque de compréhension du problème ou des règles de formulation.

Nous avons vu précédemment que les gestes professionnels étudiés se construisent par des recherches d'équilibre entre des réponses à des contraintes relevant des différentes composantes. Le professeur stagiaire doit aussi maintenir certains équilibres : entre individuel et collectif, entre prise de parole des élèves et intervention de sa part, entre mise en œuvre du scénario prévu et prise de décisions déterminées par les conditions du moment, entre certitude et incertitude des élèves lors des résolutions… Je vais préciser dans le paragraphe suivant la recherche de deux de ces équilibres. Ils participent de la construction de ces gestes mais dépassent largement la seule réalisation des tâches précises qui leur sont associées.

2.2.3. La gestion de certains équilibres

Je m'intéresse de manière plus précise d'une part à la gestion des temps de parole respectifs des élèves et du maître et d'autre part à la gestion des comportements.

2.2.3.1. La gestion des temps de parole respectifs du professeur et des élèves

J'analyse la répartition du temps de parole entre élèves et maître chez trois professeurs d'école stagiaires en essayant de mettre en évidence les ressemblances et différences. Notamment j'essaie de cerner dans quelle mesure ces gestions dépendent de la nature de l'activité en jeu (dévolution, bilan, institutionnalisation) et de la stratégie du professeur.

Je prends en compte plusieurs indicateurs : nature des interventions, fréquence et durée que je croise avec le type d'épisodes de la séance. Les tableaux ci-dessous présentent les prises de parole respectives des maîtres et de leurs élèves.

Dans un premier temps, j'étudie la répartition globale des temps de parole de chaque partenaire lors de la séance.

Je peux ainsi remarquer une grande régularité dans les proportions des fréquences et longueurs moyennes des interventions respectives des professeurs et élèves.

Les rapports des fréquences des interventions respectives des trois professeurs et de leurs élèves sont assez proches (1,6 et 1,9), exception faite de la séance de calcul mental conduite par le professeur P1 qui se caractérise par un cours dialogué accompagné d'un procédé de gestion type « La Martinière ». Il en est de même des pourcentages respectifs du nombre de mots prononcés par chaque partenaire (respectivement entre 75,2 et 84,8% pour le professeur et entre 15,2% et 24,1% pour les élèves). Le professeur occupe donc plus des ¾ du temps de parole. On compte moins de 10% d'écart.

Fréquence et longueur moyenne des interventions de trois professeurs d'école stagiaires (4 séances de mathématiques)

	interventions	Interventions du professeur				interventions des élèves			
	séances	fréquence Fp*	Rapport Fp/Fe	Longueur moyenne*	%*	Fréquence Fe	Rapport Fe/Fp	longueur moyenne	%*
P1	Ecritures soustractives au CP	7	1,9	7,5	75,2%	3,7	0,5	4,7	24,8%
P2	Calcul mental CE$_2$	6,8	3,0	11,3	84,8%	2,3	0,3	6	15,2%
	Calcul de produits, résolution de problèmes multiplicatifs CE$_2$	7	1,6	12,1	81,4%	4,5	0,6	4,3	18,6%
P3	La boîte au CE2, résolution de problèmes additifs et soustractifs	8,7	1,6	8,5	75,9%	5,4	0,6	4,4	24,1%
	Ensemble des 3 professeurs (4 séances)	**7,4**	**1,7**	**9,9**	**79,0%**	**4,4**	0,6	**4,4**	**21,0%**

Les fréquences Tp et Fe désignent le nombre d'interventions par minute respectivement du professeur et des élèves lors de la séance.
Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total de mots prononcés par l'un ou l'autre des partenaires de la relation didactique.
Le professeur P1 assure deux séances.

Globalement les répartitions du temps parole entre maître et élèves sont semblables pour les trois professeurs stagiaires alors que les séances observées portent sur des contenus différents et concernent deux niveaux de classe.

La prise en compte de l'activité du professeur, précise cette analyse. Les tableaux présentent les interventions de chaque partenaire lors des phases de prescription de la tâche d'une part et lors des phases de bilan et synthèse d'autre part.

La différence essentielle entre les trois professeurs réside dans la tentative de P1, non mise en œuvre par les autres, de faire inventer la consigne par les élèves.

Fréquence et longueur moyenne des interventions de trois professeurs d'école stagiaires (phases de prescription des tâches)

	interventions	interventions du professeur				interventions des élèves			
	séances	fréquence Fp	Rapport Fp/Fe	Longueur moyenne*	%*	Fréquence Fe	Rapport Fe/Fp	longueur moyenne	%
P1	Ecritures soustractives au CP	9	2,3	6,9	67,9%	5,7	0,4	5,1	32,1%
P2	Calcul de produits, résolution de problèmes multiplicatifs CE$_2$	8,3	1,5	11,9	79,2%	5	0,7	5,2	20,8%
P3	La boîte au CE$_2$, résolution de problèmes additifs et soustractifs	7,3	1,4	9,4	80,4%	3,9	0,7	4,3	19,6%
	Ensemble des 3 professeurs (4 séances)	**8,8**	**1,8**	**9,3**	**75,9%**	**5,1**	**0,6**	**5,1**	**24,1%**

Les gestions des temps de parole des deux professeurs P$_2$ et P3 de CE$_2$ sont très proches tant en fréquence qu'en durée. Par contre, le professeur P1de CP se distingue un peu des deux autres lors des prescriptions de tâches. Il sollicite davantage les élèves, ce qui se traduit par un jeu de questions-réponses plus important (rapport 1/3-2/3 au lieu de 1/5-4/5). La longueur des réponses des élèves (nombre moyen de mots prononcés par intervention) est sensiblement la même dans les trois cas : 5 mots en moyenne.

Ainsi malgré un nombre d'interventions d'élèves relativement plus important pour P1, ce professeur occupe comme ses pairs la plus grande part du temps de parole. P1, lors de tentatives pour faire inventer la consigne, interroge davantage les élèves mais cela ne se traduit pas par des interventions plus « consistantes ». En effet, les enfants n'arrivent pas à produire la réponse attendue. La stratégie du professeur n'intervient donc pas de manière importante sur la répartition du temps de parole lors de cette phase.

Analysons les phases de bilan, synthèse et institutionnalisation.

Fréquence et longueurs moyennes des interventions de trois professeurs d'école stagiaires (phases de synthèse, bilan et correction)

	Interventions	interventions du professeur				Interventions des élèves			
	Séances	fréquence Fp*	rapport Fp/Fe	longueur moyenne*	%*	Fréquence Fe	rapport Fe/Fp	longueur moyenne	%
P1	Ecritures soustractives au CP			9,2	89,3%			3,3	10,7%
	Calcul mental CE_2	11,5	1,8	11	81,4%	6,5	0,6	4,5	18,6%
P2	Calcul de produits, résolution de problèmes multiplicatifs CE_2	8,2	1,4	12,1	81,9%	5,7	0,7	3,9	18,1%
P3	La boîte au CE_2, résolution de problèmes additifs et soustractifs	8,5	1,2	8,6	68,3%	7	0,8	4,8	31,7%
	Ensemble des 3 professeurs (4 séances)			**10,6**	**78,8%**			**4,2**	**21,2%**

Il apparaît des différences entre les trois professeurs qui peuvent s'expliquer par les stratégies adoptées.

P1 parle davantage que les autres mais la synthèse est en fait une activité de réinvestissement, type calcul mental qui se caractérise par suite l'énoncé d'une de calculs à effectuer mentalement et de réponses d'élèves validées par le maître.

P_2 occupe pendant cette phase un temps de parole proche de celui des autres phases. Cela laisse penser que la nature des phases ne semble pas intervenir beaucoup sur la fréquence et la longueur des interventions de ce maître comme sur celles des élèves.

C'est le second professeur de CE_2 (P_3) qui semble laisser davantage la parole aux élèves dans cette phase. Là encore la stratégie mise en œuvre explique ce résultat. Lors de la correction, ce professeur fait résoudre par les élèves les trois derniers problèmes additifs posés sous forme mentale. Cela se traduit par un cours plutôt dialogué (rapport de fréquence proche de 1) et des réponses plus longues des élèves.

La stratégie et la forme d'activité interviennent sur la gestion du temps de parole de chaque partenaire et différencient les professeurs entre eux mais c'est le professeur, dans chaque cas, qui parle le plus (de 67% à 90% du temps de parole). Les interventions des élèves sont assez courtes (4 à 5 mots prononcés en moyenne) et globalement deux fois moins longues que celles du professeur (10 mots en moyenne par intervention quelle que soit l'activité en jeu).

En conclusion, la stratégie des professeurs observés intervient relativement peu dans la répartition du temps de parole entre maître et élèves. Certes il existe des différences qui semblent s'expliquer par la nature de l'activité en cours (professeurs P1 et P3) ou par la stratégie adoptée mais celle-ci ne bouleverse pas de façon importante le rapport entre temps de parole occupé par le maître et celui occupé par les élèves. Ce rapport est nettement en faveur du professeur stagiaire (au moins égal à 2/3).

Tout se passe comme si l'organisation des interactions respectait des contraintes dépassant les contenus mathématiques enseignés, la nature des activités et les stratégies et conceptions du professeur. Ces contraintes sont de différents types : refus du silence synonyme d'échec possible et d'incompréhension ou tout simplement d'incertitude, volonté d'aider les élèves dans leur recherche ou dans leurs formulations… Ces contraintes définissent sans doute une caractéristique commune des pratiques enseignantes des débutants.

Il reste à déterminer dans quelle mesure, ces mêmes contraintes imposent des pratiques semblables aux enseignants confirmés.

2.2.3.2. La gestion de l'attention des élèves, la fréquence des « rappels à l'ordre », la gestion des changements de contrat : un geste professionnel relevant plutôt de l'ordre du métier

J'illustre une des difficultés de gestion des comportements des élèves, sur l'analyse de la séance de CP. J'ai comptabilisé le nombre de rappel à l'ordre et leur fréquence pendant les différents épisodes de la séance. Ceux qui nécessitent le plus de rappels à l'ordre (en nombre comme en fréquence) sont, par ordre d'importance : la seconde phase de réinvestissement, l'installation des élèves lors de la passation de la nouvelle consigne, le début de la phase de bilan (rappel du jeu et de l'enjeu mathématique), l'installation des élèves au début de la séance et dans une moindre mesure les deux premiers épisodes de la première phase de réinvestissement. Les moments les plus difficiles à gérer – quand il n'y a pas de débordements excessifs - sont donc les transitions entre deux d'activités, plus particulièrement lorsqu'il y a changement du statut des connaissances en jeu. Ces moments correspondent aussi à des « ruptures de contrat[68]» .

Ces transitions peuvent s'interpréter comme des ruptures qui insécurisent les élèves ; ces derniers le manifestent par un manque d'attention, par du bruit… Cette résistance des élèves semble s'accroître avec le temps ; ainsi, le nombre de rappels à l'ordre émis lors de la dernière phase de la séance (second réinvestissement) en témoigne.

Lors de ces modifications de tâches, de contrats ou de statuts de la connaissance, le professeur stagiaire doit rétablir le calme et l'attention ou rappeler les règles de vie et de travail de la classe.

La gestion de ces moments nécessite un apprentissage spécifique. Je fais l'hypothèse que celui-ci se fait pour une grande part implicitement. Les professeurs novices élaborent dans l'action, sans en être complètement conscients, des réponses aux pressions exercées par les élèves ; ils essaient de réduire les manifestations bruyantes de ces derniers, de limiter leurs comportements agressifs. Interrogés, ces professeurs ne peuvent pas toujours situer les moments les plus délicats à gérer. Cette réponse en actes semble aussi s'appuyer sur une imitation de leurs pairs plus expérimentés ou sur leur passé d'élèves. Certains expriment cela ainsi :

je sentais qu'il fallait réagir pour ne pas être dépassé.

Cette gestion est toutefois délicate car la marge de manœuvre du maître est réduite. Des rappels à l'ordre trop nombreux et peu ciblés peuvent s'avérer inefficace à la longue, voire provoquer des réactions de rejet de la part des élèves.

2.3. Conclusion

J'ai analysé certains gestes professionnels intervenant dans trois grands moments de l'activité du professeur d'école enseignant les mathématiques. J'ai mis en évidence des difficultés accompagnant leur construction. Je les ai interprétés comme le résultat de compromis entre des systèmes de réponses à des contraintes diverses. Ces compromis ne sont

[68] Au sens de la théorie des situations, contrat didactique local.

pas encore stabilisés. Pour la plus grande part des maîtres, cette stabilité semble s'établir lors des premières années d'exercices comme titulaires.

Les gestes analysés participent à la gestion des interactions mais ne se limitent pas à ce seul domaine. En effet, s'ils conditionnent la mise en œuvre des projets d'enseignement, ils sont marqués par ces projets. Il en est notamment ainsi des gestes intervenant dans la mise en œuvre des processus de dévolution et d'institutionnalisation.

Certains gestes sont marqués par la construction des scénarii, par la prévision des itinéraires cognitifs prévus pour les élèves. Ils se manifestent dans le domaine médiatif. Toutefois leur fonctionnement semble être des réponses en actes à des contraintes diverses relevant des cinq composantes cognitive, médiative, personnelle institutionnelle et sociale définies en introduction.

Ainsi, ils semblent être le résultat d'une composition entre différents éléments parfois antagoniques : imitations de collègues expérimentés (composantes institutionnelle et sociale), essais de reconstitution d'un passé d'ancien élève, réactions plus ou moins conscientes aux sollicitations des élèves (composante médiative), anticipations lors de l'élaboration du projet (composante cognitive), prises en compte de contraintes institutionnelles (composante institutionnelle), conceptions personnelles sur l'enseignement, sur les mathématiques, sur leur apprentissage (composante personnelle).

Lors de l'élaboration du projet d'enseignement comme dans sa mise en œuvre, les enseignants novices observés répondent à des contraintes contradictoires et de façon partielle.

Ces réponses sont partielles pour plusieurs raisons. Les projets élaborés en formation initiale sont limités dans le temps, au plus quatre semaines. Ils ne peuvent, ne disposant pas des mêmes informations que leurs collègues titulaires, mesurer les contraintes auxquelles ils sont assujettis comme les marges de manœuvre qui leur restent. Ainsi, par exemple, leur connaissance des possibilités cognitives des élèves comme des curricula n'est pas complète. Leur position institutionnelle est différente ; non titulaires, ils dépendent de plusieurs institutions : école, inspection départementale (pendant les stages), IUFM et formateurs de différentes catégories, etc .

Les compromis ainsi élaborés s'accompagnent de difficultés qui peuvent amener certains professeurs stagiaires à repenser certaines expériences malheureuses et à remettre en cause, voire à rejeter les injonctions ou conseils pris en compte à cette occasion.

Rappelons les principaux éléments de tension mis en évidence par nos analyses. Il peut s'agir d'interprétations caricaturales ou de compromis mal adapté à des contraintes contradictoires. J'ai ainsi mis en évidence des tensions qui sont à l'origine des difficultés repérées.

<u>2.3.1. Un premier résultat : des difficultés provenant d'interprétations excessives</u>

Ainsi, des stagiaires interprètent de manière excessive l'expression :

> *l'enfant doit participer à la construction des connaissances mathématiques.*

Cela se traduit par exemple par des tentatives pour faire inventer par l'élève le problème à résoudre. Ce n'est plus la résolution du problème qui est la source de la construction mais l'identification de ce problème. Cette tentative est souvent vouée à l'échec car cette identification n'est possible que si l'élève a résolu le problème et construit ou mobilisé les connaissances visées.

Il en est de même du rôle accordé aux activités ludiques et plus largement à la motivation des élèves dans les activités scolaires. Le jeu peut être considéré comme source d'apprentissage scolaire pratiquement indépendante de la nature des problèmes sous-jacents à résoudre, des contraintes de la situation ludique, des rétroactions à mettre en place et plus généralement de l'action du professeur.

Des professeurs novices prennent en compte souvent de façon maladroite des thèmes récurrents en formation. Ainsi, l'accent mis par les différents formateurs de l'IUFM sur la formulation des procédures, performances ou erreurs des élèves peut se traduire par l'explicitation de toutes les procédures y compris celles qui n'ont pas été mobilisées ou qui sont difficiles à expliciter

2.3.2. Un second résultat : des difficultés dues à des tensions

Cette prise en compte caricaturale de certains thèmes importants de la formation conduit à des tensions.

Tension entre explicitation des procédures et institutionnalisation des procédures expertes : l'explicitation systématique de toutes les procédures de résolution possibles peut masquer la nécessaire comparaison de leur efficacité. Les procédures expertes dont l'institutionnalisation est prévue peuvent alors être perçues comme aussi judicieuses que les autres.

Tension entre activité ludique et activité mathématique : de même, les vertus accordées aux activités ludiques peuvent conduire le professeur stagiaire à sous-estimer les contraintes à imposer pour créer les conditions d'une activité mathématique.

D'autres tensions sont repérables.

Tension entre disponibilité pour aider les élèves et disponibilité pour observer leur travail : le professeur novice, dans l'action, est partagé entre son désir d'aider les élèves, de prévenir des difficultés éventuelles des élèves et la nécessité de les laisser chercher ou de prendre des informations sur leurs performances. Voulant rester disponibles pour les élèves, ils sont conduits parfois à ne pas prendre assez de recul et donc à ne pas établir les diagnostics indispensables à la gestion d'autres phases de la séance.

Tension entre explicitation des procédures et justification de celles-ci : j'ai illustré par un exemple la confusion pouvant exister entre explicitation de procédures et argumentation conduisant à une validation. Il semble que les professeurs novices confondent explicitation et preuve. Cette difficulté semble partagée par des professeurs plus expérimentés.

Tension entre disponibilité pour un élève et disponibilité pour la classe : j'ai montré que lors des phases de bilan notamment, le professeur novice pouvait être conduit à privilégier le dialogue avec l'élève interrogé et perdre le contact avec les autres élèves qui alors se désintéressent de l'activité en cours.

Tension entre utilisation de ressources pédagogiques et appropriation des situations : l'utilisation des manuels scolaires pour proposer un exercice aux élèves peut conduire à des difficultés : paraphrases des consignes, ostension déguisée…

Tension entre le projet d'enseignement et l'adaptabilité aux conditions particulières du moment : des professeurs stagiaires abandonnent très difficilement les choix prévus, en particulier gèrent difficilement dans l'action, le changement des valeurs attribuées simultanément à plusieurs variables de la situation.

Ces tensions sont présentes lors de la formation, elles accompagnent la construction d'une identité professionnelle. La construction d'un système de réponses cohérent et stable permet leur dépassement. Par contre, ayant à voir plus généralement avec les enseignements de contenus disciplinaires, les modes de vie à l'école, l'éducation des enfants et leur socialisation, elles peuvent donner naissance ou faire écho à d'autres tensions plus profondes. J'étudie dans le dernier chapitre de cette troisième partie ce rapport entre pratiques en construction et pratiques stabilisées de l'enseignement en REP et dans le cadre plus général de la formation initiale et continue en mathématiques des professeurs d'école.

Certaines tensions peuvent s'aiguiser et devenir des contradictions si les contraintes deviennent plus fortes. Cela semble être le cas des professeurs d'école enseignant en ZEP. En effet ces tensions sont dues à des antagonismes qui peuvent devenir plus grave comme par exemple les rapports entre individuel et collectif ou entre enrôlement et maîtrise de l'activité de l'élève. Certaines de ces tensions seront dépassées (définitivement ou provisoirement) dans une conformité aux normes du métier car elles relèvent de ce que j'ai appelé ordre du métier. D'autres tensions trouveront des réponses dans une inscription dans un genre.

V. CONTRAINTES ET MARGES DE MANŒUVRE DES PROFESSEURS DES ECOLES, DE LA FORMATION INTIALE A L'ENSEIGNEMENT EN MILIEUX SOCIALEMENT DEFAVORISES

Dans les deux cas, pour analyser les pratiques observées, nous avons dû préciser les contraintes auxquelles sont soumis ces professeurs. Ces différentes contraintes créent des contradictions ou des tensions auxquelles ils doivent répondre. Ces contraintes et contradictions ne sont pas identiques, les réponses apportées ne sont pas les mêmes. Peut-on établir des liens entre les deux séries de résultats ? Dans quelles mesures se complètent-ils ? Une mise en perspective permet-elle de soulever de nouvelles questions de recherche ou de formation ?

Ce cinquième chapitre a pour but de repenser les résultats recueillis dans les deux recherches précédentes. Il s'agit plus précisément de montrer en quoi et comment ces gestes professionnels relèvent plutôt de l'ordre du métier et/ou de l'un des genres définis précédemment. L'ordre du métier, les i(instruction)-genres, les e(éducation)-genres et enfin le style personnel de l'enseignant sont les quatre dimensions qui interviennent dans la définition des catégories de pratiques des professeurs d'école enseignant les mathématiques définies dans les chapitres précédents.

L'ordre du métier a été défini par des réponses récurrentes des enseignants à des contraintes qui apparaissent ainsi incontournables. L'i(instruction)-genre et l'e(éducation)-genre permettent de catégoriser les pratiques du professeur d'école enseignant les mathématiques en prenant en compte deux aspects de son activité : l'enseignement de contenus et l'éducation de l'enfant. Ces trois notions interviennent dans la constitution des gestes étudiés. Le croisement de plusieurs indicateurs permet d'évaluer la part prise par chacune de ces trois dimensions. Il s'agit soit de normes communes aux discours de tous les maîtres formateurs ou conseillers pédagogiques consultés, soit de textes définissant les attentes institutionnelles du système éducatif (cf. référentiel de compétences de la fin de la formation initiale du professeur des écoles) soit de caractéristiques communes à toutes les pratiques observées.

Il s'agit de repenser les gestes professionnels étudiés précédemment en prenant en compte l'importance des marges de manœuvre restant au professeur. Certaines des difficultés décrites semblent très spécifiques des professeurs novices en formation ou bien encore très liées au style personnel du professeur. Je ne les ignore pas dans cette conclusion. C'est le cas notamment du traitement en acte des variables d'une situation, de la prise en compte des contraintes liées à l'utilisation d'un manuel ou encore à de l'adaptabilité du scénario prévu lors de la préparation de la séance aux conditions particulières du moment.

Les professeurs stagiaires sont trop novices, les analyses effectuées sont trop limitées dans le temps, pour permettre de dire si leurs pratiques s'inscrivent dans un des genres définis pour leurs pairs. Il semble toutefois possible d'essayer de dégager des tendances et d'analyser pour une part les difficultés rencontrées. Seul un suivi sur plusieurs années (formation initiale et premières années de nomination) permettrait de préciser et de confirmer ce diagnostic.

Il est très difficile d'inférer d'une analyse plutôt ponctuelle des pratiques d'un professeur novice, le devenir de celui-ci. Il est toutefois possible, en comparant les réponses apportées par ces professeurs stagiaires et par leurs collègues plus anciens, de caractériser les contraintes et tensions qui ont conduit à leur production.

C'est l'activité globale du professeur qui définit son inscription dans une catégorie de pratiques donnée. La caractérisation d'une routine ou d'un geste professionnel isolé d'un professeur donné peut faire intervenir plusieurs des dimensions précédemment définies. L'analyse qui suit a pour but de préciser la part prise par chacune d'elles dans les modes de réalisation de ces activités élémentaires. Ce sont les difficultés rencontrées par ces maîtres lors de leur mise en œuvre qui permettent d'identifier des manques relatifs à la maîtrise de certains gestes professionnels. Préciser la part incontournable des contraintes qui en sont à la source de ces difficultés permet de mieux cerner la part partagée par tous les enseignants dans les réponses apportées. Cela permettra non seulement de mieux cerner les marges de manœuvre restant aux professeurs, mais aussi de caractériser en partie leurs pratiques.

1. Des contraintes quasi incontournables appelant des réponses voisines

Il s'agit de gestes associés aux activités de régulation : gestion des comportements lors de changement d'activités ou associés à d'autres moments (dévolution, institutionnalisation) comme la gestion du temps de parole de chaque partenaire.

1.1. La gestion (par le professeur) des temps de parole respectifs du maître et des élèves

Ainsi, la régularité observée chez les trois professeurs dans la répartition des prises de parole entre professeurs et élève, les faibles variations dues aux types d'activités en cours, à la stratégie du professeur ou à ses conceptions laissent penser qu'il s'agit d'un geste largement partagée par les enseignants novices. S'il s'agit d'un mode de gestion correspondant à des contraintes très fortes, voire en partie incontournables. Le tableau ci-dessous montre que les temps de parole respectifs du professeur et des élèves sont très inégaux même quand les pratiques de ce professeur favorisent les formulations des procédures des élèves dans un cadre collectif comme c'est le cas pour le professeur du i-genre 3.

Séance de numération : les daltons							
Interventions des élèves				Interventions du professeur			
Interventions élèves		Nombre de mots prononcés		interventions professeur		Nombre de mots prononcés	
Nombre	%	nombre	%mots	nombre	%	nombre	%mots
83	31,4%	349	12,7%	181	68,6%	2391	87,3%
Séance de géométrie : les solides							
Interventions des élèves				Interventions du professeur			
Interventions élèves		Nombre de mots prononcés		interventions professeur		Nombre de mots prononcés	
Nombre	%	nombre	%mots	nombre	%	nombre	%mots
99	38,8%	294	10,5%	156	61,2%	2508	89,5%

Le rapport entre le nombre de mots prononcés par les différents partenaires est largement en faveur du professeur. Ce dernier prononce entre 87% et 89% des mots émis pendant la séance. Les élèves de ces classes sont fréquemment sollicités (entre 30 et 40% des interventions totales sont faites par les élèves) mais celles-ci sont très courtes. Le professeur du i-genre 3 malgré des efforts importants pour faire parler les élèves occupe quand même près de 90% du temps de parole. Cela est dû pour une part aux difficultés d'expression des élèves et aux reformulations systématiques du professeur.

Tout se passe comme si cette répartition échappait pour une part au projet d'enseignement et s'imposait aux différents acteurs dans leurs actes. Des contraintes médiatives semblent très prégnantes se traduisant par exemple par une tentation permanente de réduire au maximum les temps de silence, sources d'incertitude pour le professeur comme pour l'élève. De même, les professeurs doivent répondre à certaines contraintes cognitives et langagières : ainsi des élèves de 6 ans (CP) ou de 8-9 ans (CE_2) éprouvent des difficultés certaines pour exprimer leurs procédures ou leurs résultats. Ce phénomène est accru en REP. Les parts respectives de temps de parole occupé par chaque partenaire semblent moins différencier les professeurs que le contenu des interventions de chacun. Les professeurs semblent donc être tous dans l'obligation de « parler » nettement plus que leurs élèves. Mais ce qui est dit par le professeur comme par les élèves diffère selon la catégorie de pratiques. Ainsi, dans le cas des i-genres majoritaires (2 et 3), il s'agit essentiellement d'aides individualisées accompagnant un enseignement par ostension ; de même, les élèves ne communiquent pas entre eux sur les savoirs enseignés. Les échanges faisant intervenir le seul professeur du i-genre 3 sont très différents. Nous avons vu que les aides, lors des phases de recherche, portent davantage sur les aspects techniques de la tâche à effectuer que sur les démarches mathématiques à mettre en œuvre. De même, le professeur intervient de manière importante lors des phases de synthèse et bilan mais ces interventions visent à étayer et à organiser les formulations des élèves. Cet étayage rend également possible des échanges entre élèves portant sur les savoirs en jeu dans les activités.

A temps de parole semblables du professeur, les interventions des professeurs des i-genres majoritaires 1 et 2 se caractérisent par une ostension des démarches et contenus (sur un collectif ou individualisé) alors que les interventions du professeur du i-genre 3 se caractérisent par un étayage favorisant l'explicitation collective par les élèves des démarches élaborées et mises effectivement en œuvre.

Pour conclure, les professeurs parlent pratiquement autant mais les dire ne provoquent pas les mêmes activités des élèves.

Les conceptions du professeur sur les compétences des élèves jouent un rôle. Il doit par exemple trouver un équilibre entre son appréciation des compétences des élèves en terme de formulation et l'injonction institutionnelle lui conseillant de donner la parole aux élèves.

Aucune indication portant directement sur ce geste n'est donnée dans le référentiel de compétences de fin de formation initiale. La compétence suivante pourrait concerner cet aspect du métier :

> *adapter les formes d'interventions et de communication aux types de situations et d'activités prévues (attitudes, place, interventions orales, vérification des consignes, etc.*[69] .

En fait, cette remarque a davantage trait à l'instauration d'attitudes de travail qu'à la qualité et la quantité des prises de parole de l'élève et du maître. Il en est de même de la remarque :

> *Le professeur stagiaire (...) devra être capable de (...) développer une écoute mutuelle dans la classe*[70] .

Le temps de parole occupé par le professeur est très important pour les professeurs novices comme pour le professeur débutant du genre dominant 3. Il semble que le mode de gestion du temps de parole des élèves réponde à des contraintes cognitives et médiatives fortes relevant de l'ordre du métier. Quantitativement, les modes de gestion adoptés par ces

[69] Rubriques Compétences professionnelles relatives aux situations d'apprentissage / mettre en oeuvre
[70] Rubriques Compétences liées à la conduite de la classe et à la prise en compte de la diversité des élèves/ Exercice de l'autorité et maîtrise de la relation pédagogique

professeurs sont proches. Qualitativement, il existe des différences notoires qui traduisent des inscriptions dans des i-genres différents.

1.2. Le traitement des comportements

Des exemples de traitement des comportements ont été étudiés dans les chapitres précédents. Ces modes de traitement ne sont pas sans conséquence sur les apprentissages. En effet, ce geste répond à des contraintes cognitives et comportementales (développement de l'élève, résistances manifestes à tout changement d'activités), voire sociales et institutionnelles (respect de l'autre, respect des règles de vie de l'école, de la classe) incontournables pour tous les partenaires de la relation didactique. Ces modes de traitement participent du processus de régulation et relèvent davantage de l'ordre et surtout du i (instruction)-genre.

Les élèves de toutes les classes observées, quelle que soit l'ancienneté dans le métier du professeur concerné, manifestent des signes de résistances aux changements d'activités ou de statut des connaissances en jeu. Ces résistances sont plus importantes chez des élèves en difficulté ou de REP. Par contre, les réponses apportées peuvent différer selon les maîtres. Elles parcourent un large spectre allant d'une réponse efficace limitée dans le temps à un débordement rapidement incontrôlable de certains débutants, en passant par des stratégies d'évitement basées sur un traitement individuel des comportements (observées à maintes reprises en REP quelle que soit l'expérience des maîtres en question).

Cette contrainte est incontournable mais j'ai pu constater une variété des réponses apportées par les professeurs d'école novices comme par les professeurs plus anciens qui semble correspondre à une inscription effective ou potentielle dans un i(instruction)-genre ou un e(éducation)-genre. La personnalité, notamment le charisme, du maître intervient également à ce stade (du moins en formation initiale) dans la mesure ou des rapports d'autorité entre élèves et enseignant s'établissent, se renforcent ou se dégradent à ces occasions.

Deux réponses très différentes sont apportées par des professeurs affectés en première nomination en REP (Butlen D., Pézard M. 2004). Ces deux réponses s'inscrivent dans deux i-genres dominants très différents (type 2 et 3) : la première consiste à « rappeler à l'ordre» collectivement systématiquement les élèves dans un temps assez court ; la seconde revient à traiter individuellement ces comportements. Cette dernière stratégie s'inscrit dans une logique privilégiant les apprentissages individuels alors que la première correspond à la mise en œuvre d'apprentissage collectif. Ces deux réponses correspondent à des conceptions différentes sur l'apprentissage mais aussi sur la fonction éducative de l'école. Ainsi le i-genre 3 qui privilégie les apprentissages collectifs privilégie un traitement collectif des comportements alors que les i-genres 1 et 2 privilégient les apprentissages individuels. Le traitement individuel des enseignants du i-genre 2 s'accompagne d'une plus faible maîtrise du temps didactique. Les enseignants qui accordent une place importante au fait que l'élève soit heureux d'être à l'école, qu'il doive s'exprimer et « avancer à son rythme » vont davantage privilégier un traitement individuel. Ils peuvent alors laisser une part de la gestion du temps aux élèves. Cela peut se traduire par un traitement des résistances manifestées par les élèves moins efficaces en terme d'apprentissage et moins économiques pour les professeurs.

Comment sont élaborées par les novices ou débutants ces deux réponses très différentes à des contraintes semblables ?

Les professeurs novices essaient d'imiter plus ou moins heureusement des modèles observés (maîtres experts) ou reconstruits (souvenir de leur passé d'élève). Cette réponse pour une grande part intuitive et implicite peut se traduire par des incompréhensions réciproques entre maître et élèves débouchant parfois sur des réactions agressives de ces derniers. Prenons l'exemple du traitement de la résistance des élèves à un changement d'activité correspondant à un changement du statut de connaissances. L'analyse des réponses des deux professeurs débutants du i-genre 2 enseignant en CP (cf. chapitre précédent) montre qu'un traitement individualisé peut enclencher un cercle vicieux pouvant déboucher sur des comportements agressifs ou des abandons de la part des élèves. L'individualisation impose un traitement décalé dans le temps. L'enseignant devant s'adresser à chaque élève en particulier ne peut répondre collectivement à tous. L'enseignant par des encouragements ou des rappels à l'ordre individualisés engage chaque élève en particulier dans la nouvelle activité. Les élèves attendent que l'enseignant s'adresse à eux. Ils peuvent alors se sentir délaissés et en rendre responsable le maître. Non seulement, ils ne s'engagent pas dans l'activité proposée mais se retrouvent en situation de conflit qui se peuvent traduire par de l'agressivité ou un abandon. Une réponse individualisée se traduit donc par un étalement dans le temps des conflits ou des renoncements, l'enseignant s'il veut maintenir un niveau d'engagement minimal comme un contrôle sur l'activité de tous, doit multiplier les interventions individuelles. Cette tâche devient de plus en plus difficile. Des compromis sont alors passés avec les élèves ; ceux-ci s'accompagnent d'une baisse des exigences relatives aux contenus et une algoritmisation des apprentissages.

Rarement explicités par les enseignants confirmés, ces modes de traitement ne semblent pas être un objet de formation à part entière. Leur explicitation relève davantage du rapport privé entre formateur et formé. Ils sont l'objet de discussions informelles entre pairs. Dans le cas de classes « ordinaires », ne comportant pas beaucoup d'élèves en difficulté et manifestant des comportements « difficiles » à gérer, la gestion peut être collective. La transmission de ces savoir-faire se fait essentiellement par monstration.

Quand la classe est difficile, la réponse apportée par les maîtres-formateurs peut-être celle de l'individualisation. Cette réponse est alors justifiée théoriquement par un discours de type pédagogie différenciée. Voici un exemple, plutôt emblématique de ce mode de transmission. Il s'agit du conseil apporté par un maître formateur lors de l'entretien qui suit une visite d'un professeur stagiaire de seconde année. Il s'agit d'un PE_2 affecté lors de son stage de responsabilité dans une classe particulièrement difficile et agitée. L'école est située dans le même REP très défavorisé que celui des écoles où enseignent les professeurs débutants que nous avons observés. Le professeur stagiaire est, dès la première semaine, en situation de chahut. Il s'agit d'un jeune homme qui n'a pas une personnalité effacée. Il tente de résister au débordement des élèves en menaçant fréquemment, en sanctionnant trop souvent, en élevant systématiquement la voix… Ces manifestations d'autorité ont de moins en moins d'effet sur les comportements des élèves. Les apprentissages disciplinaires sont de plus en plus rares voire inexistants. Sur les conseils du maître formateur, il abandonne tout enseignement collectif et individualise complètement son action à l'aide de fiches autocorrectives, proches d'un enseignement programmé. Cela a provisoirement réduit les problèmes de chahut mais ce professeur novice confesse lui-même que cela n'a pas forcément amélioré les apprentissages des élèves. Il se retrouve certes dans une situation nettement plus confortable et a réussi à installer une atmosphère apparente de travail. Mais les apprentissages restent réduits et ne peuvent plus, du moins à court terme, s'inscrire dans un cadre collectif. Bien que regrettant ce manque, il déclare ne pas pouvoir fonctionner autrement. A la fin du stage[71], il semble convaincu que cette individualisation est la seule solution aux problèmes qu'il a pu rencontrer et pense que c'est un « moindre mal ».

---

[71] Témoignage recueilli lors de l'entretien qui a suivi la réunion de la commission départemental d'évaluation du stage du PE2. Sur les quatre membres de la commission (Inspecteur de l'Education Nationale, Conseiller

Ce mode de gestion individualisée des comportements difficiles des élèves étant efficace à court terme, il se répand et devient rapidement majoritaire. Et ce d'autant plus qu'il est rarement évoqué en formation. Quand c'est le cas, l'accent n'est pas toujours mis sur les dérives possibles.

2. prise d'informations et détours inévitables en formation initiale

J'ai souligné la différence existant entre professeur novice et professeur plus ancien concernant le diagnostic effectué en cours de séance des productions des élèves. Cette différence est due au manque d'expérience des novices, à un défaut de connaissances des compétences des élèves en général et des élèves dont ils ont provisoirement la charge en particulier.

Ce geste est évoqué à plusieurs reprises dans le référentiel de compétences en fin de formation initiale. Lors de l'élaboration de son projet d'enseignement le PE doit être capable :

> *d'identifier* ***les obstacles*** *que peuvent rencontrer les élèves, notamment liés aux représentations et* ***à une maîtrise insuffisante de la langue***[72].

Il est précisé que le PE devra :

> *être attentif aux réactions des élèves :* ***proposer des substituts aux activités prévues, varier les modalités, relancer l'intérêt des élèves,***

ou encore :

> *se mettre à* ***l'écoute des élèves***[73].

Les professeurs confirmés semblent globalement gérer les prises d'informations de manière semblable. Ce geste semble donc davantage relever de l'ordre du métier. S'appuyant essentiellement sur l'expérience professionnelle, les professeurs novices doivent provisoirement mettre en œuvre des stratégies de substitution. La prise d'informations sur les productions et performances des élèves n'a toutefois pas la même fonction selon le genre dans lequel les pratiques de l'enseignant s'inscrivent. Ces informations portent sur le travail individuel des élèves, elles permettent donc de le réguler et d'envisager une régulation collective et de préparer les phases de synthèse et d'institutionnalisation. Dans le i-genre 3, cette prise d'information est donc indispensable et se révèle très coûteuse pour le professeur débutant qui manque d'expérience professionnelle. Pour les enseignants des i-genres 1 et 2, elle est moins nécessaire car les phases collectives soit précèdent le travail individuel, soit sont trop rares pour être quotidiennement prises en compte. L'étayage individuel systématique mis en place et le travail sur fiche dispense pour une part les enseignants d'une prise d'information sur le collectif classe car ils s'appuient justement sur une prise d'informations individualisée.

Les professeurs stagiaires doivent compenser leur défaut d'expérience professionnelle par une observation plus systématique des élèves et par des analyses a priori plus fines. Ces

pédagogique, maître formateur et PIUFM), je fus le seul à évoquer d'autres stratégies pouvant êtres mises en œuvre ultérieurement.

[72] Rubrique : Compétences liées à la conduite de la classe et à la prise en compte de la diversité des élèves/ Gestion de la classe et de la diversité des élèves

[73] Les caractères gras figurent dans le texte original, rubrique « *Compétences professionnelles relatives aux situations d'apprentissage - Concevoir une situation d'apprentissage* ».

compensations peuvent s'accompagner de difficultés importantes. Elles sont coûteuses et éloignées des pratiques de leurs collègues plus expérimentés. Ces deux facteurs contribuent à l'inscription rapide des professeurs débutants dans les i-genres 1 et 2 qui peut les dispenser de la maîtrise de ce geste de novices.

Cette prise d'informations détaillée contribue sans doute à la construction d'une expérience professionnelle plus riche. Ces détours initialisent-ils un processus de diagnostics susceptible d'être réactivé ultérieurement quand l'expérience des « situations ordinaires » s'avérera insuffisante pour répondre à des situations imprévues (changement de niveau d'enseignement, mise en œuvre d'innovations, publics particulièrement difficiles, etc.) ? Cette hypothèse a priori reste toutefois à confirmer par des observations des pratiques de maîtres experts.

3. Des réponses différenciées selon les contenus enseignés, les situations proposées ou les niveaux d'enseignement

Les gestes précédents font intervenir pour une part importante l'ordre du métier. J'ai également étudié des gestes professionnels qui caractérisent davantage la manière dont les professeurs observés investissent certaines marges de manœuvre. Ils permettent donc davantage de distinguer ce qui dans leur construction relève des i-genres ou des e-genres. Les gestes explicités dans le chapitre deux de cette partie participant de la dévolution des tâches et conditions de réalisation de celles-ci, et donc participant pour une grande part de la dévolution de l'activité relèvent plutôt de ces derniers et pour une moindre part de l'ordre. Cette catégorisation dépend toutefois des contenus enseignés et du niveau scolaire des élèves. Ainsi, des contraintes cognitives peuvent impliquer un seul type de réponse au cycle 1 (et donc relever de l'ordre du métier) et peuvent être gérées de manière différente au cycle 2 et 3 selon les connaissances intervenant dans la situation.

Il en est ainsi notamment de la prescription des tâches ou de l'organisation de la composante cognitive du milieu de la situation.

3.1. Prescription des tâches

L'analyse des propos des conseillers pédagogiques portant sur les tentatives faites par certains professeurs novices pour faire inventer la consigne par les élèves met en évidence l'importance des contraintes cognitives. Ce mode de présentation divise en effet ces experts selon leur origine professionnelle : exercice en école maternelle ou primaire (cf. chapitre 2).

Quand il ne doit pas confronter son opinion avec celles de ses confrères, le conseiller pédagogique spécialisé en maternelle porte un jugement plutôt favorable. Il justifie ce point de vue en faisant référence à un habitus partagé par les maîtres de l'école maternelle et à des contraintes cognitives liées à l'âge des élèves. La démarche consistant à faire inventer la consigne par les élèves s'inscrit dans des pratiques quotidiennes d'accompagnement qui caractérise pour une part l'enseignement en maternelle. En effet, des notions mathématiques enseignées à ce niveau scolaire fonctionnent aussi dans des situations extra scolaires (dénombrement de petites collections, activités de tris et de rangements, construction de collections équipotentes, repérage dans le temps, etc.). Il est donc davantage possible de faire inventer la consigne car la tâche qui lui correspond a déjà été, en partie du moins, rencontrée auparavant dans d'autres circonstances. Cette réinvention peut même favoriser des mises en relation, des décontextualisations et des généralisations. Il n'en est pas de même dans les autres cycles de l'école élémentaire, car les notions mathématiques sont moins « naturelles ».

Les autres conseillers pédagogiques plutôt spécialisés dans l'enseignement élémentaire rejettent nettement cette façon de procéder. Ils s'appuient également sur des contraintes cognitives : les élèves ne sont pas capables d'inventer la consigne. Ils argumentent aussi en terme d'économie et d'efficacité : ce n'est pas une pratique rentable, efficace.

Nous avons ici deux positions contradictoires qui trouvent pour une part leur origine dans des modes de fonctionnement partagées par des maîtres d'un niveau scolaire donné : maternelle d'une part, élémentaire d'autre part. Ces stratégies ont à voir avec les notions mathématiques enseignées.

Ainsi, la pratique consistant à tenter de faire inventer la consigne par les élèves renvoie à un mode de présentation fréquemment mis en œuvre lors de séances de mathématiques faisant intervenir des tris. Cette manière de procéder est courante dans tous les niveaux de l'école primaire. Les maîtres de ces classes doivent remplir, chaque année, une tâche prescrite par l'institution : faire trier des objets (polygones, polyèdres, par exemple) selon différents critères normalisés : nombre de faces, de côtés et d'arêtes. La répétition annuelle de cette activité semble faire consensus. Chaque année, les professeurs d'école doivent conduire cette séance sans que de nouvelles connaissances, du moins au début, soient introduites. Ce rappel semble indispensable dans la mesure où il permet de revenir sur des connaissances anciennes et de les situer par rapport aux connaissances nouvelles susceptibles d'être introduites dans la suite des activités. Ces rappels contribuent à la transformation de connaissances mobilisables en connaissances disponibles. Cette activité peut se révéler trop facile pour la plupart des élèves de fin de cycle trois ; le risque de lassitude des élèves est grand. Le risque d'obsolescence[74] est également fort. Afin de renouveler ou maintenir l'attention des élèves, de nombreux manuels scolaires proposent aux maîtres « d'enrichir » la séance en faisant intervenir d'autres propriétés comme la convexité ou d'essayer de faire (re) inventer par les élèves les critères de tri. Un phénomène semblable à celui observé pendant la séance conduite par le professeur stagiaire[75] évoquée ci-dessus peut se produire. Les élèves font des propositions de tris qui peuvent être reprises ou non par le professeur. Dans le cas où le critère serait provisoirement retenu, les élèves effectuent effectivement le tri des objets mais les résultats de celui-ci ne sont plus évoqués dans la suite de la séance. Le plus souvent, les propositions des élèves sont ignorées jusqu'à l'obtention des critères attendus.

Ce mode de présentation semble emporter l'adhésion des maîtres. Il répond à la fois à une nécessité et rentre en résonance avec certaines injonctions institutionnelles. En fait, ce mode de dévolution ne se justifie que par la répétition d'activités semblables. C'est une contrainte ergonomique qui semble difficilement avouable telle quelle, elle est remplacée dans le discours des maîtres comme dans celui de certains experts par d'autres références plus acceptables par les intéressés comme par les institutions. Ce type de fonctionnement et le discours qui l'accompagne peuvent progressivement dépasser le seul cas des activités de tris. La résistance manifestée par le professeur stagiaire P1 pour ne pas abandonner ce type de fonctionnement (trois séances au moins espacées de plusieurs mois) et ce malgré les conseils du formateur de mathématiques laisse penser que ses conceptions personnelles interviennent fortement. D'autres professeurs stagiaires abandonnent en effet plus rapidement ce mode de dévolution quand il concerne des activités des cycles 2 et 3.

Les deux exemples évoqués ci-dessus relatifs à la pertinence de l'invention de la consigne pour la dévolution d'une tâche sont révélateurs des liens entre les contraintes diverses qui pèsent sur les pratiques enseignantes et les réponses apportées par les individus en situation. Un même geste professionnel peut se révéler être une réponse efficace favorisant

[74] Au sens de Chevallard (1985)

[75] cette séance porte sur l'introduction d'écritures soustractives au CP et a été analysée au troisième chapitre. Une part importante de la séance est consacrée en vain à faire inventer la consigne par les élèves. Cette séance a fait l'objet de commentaires de conseillers pédagogiques.

les apprentissages des élèves quand il constitue une réponse adaptée à des contraintes cognitives (invention de la consigne en maternelle) ou institutionnelles (invention de la consigne en cycle 3 de l'école élémentaire dans des activités de tri) et se révéler inadapté quand ces contraintes sont moins fortes. Dans le premier cas, il s'agit d'une réponse relevant de l'ordre du métier. Dans le second cas, il est davantage le produit du choix effectué par le professeur.

Un professeur novice ou débutant ne dispose pas des connaissances nécessaires sur les élèves. Il n'a pas non plus le recul suffisant par rapport aux demandes institutionnelles pour appréhender la différence évoquée ci-dessus. Il s'agit ici d'un savoir professionnel qui doit se construire ou du moins commencer à se construire en formation initiale. Si ce n'est pas le cas, le professeur devra se construire une réponse dans les premières expériences d'enseignement. Le poids du milieu professionnel local (collègues, école) peut être dans ces conditions déterminant. La réponse ainsi élaborée peut-être fortement imprégnée par le genre professionnel des collègues avec lesquels le professeur débutant est en contact. Pour une part importante, l'inscription dans une des catégories de pratiques identifiées au chapitre 2 semble se faire par des réponses quotidiennes à ce type de question insuffisamment traitées en formation initiale. C'est ainsi que j'interprète les propos des professeurs débutants recueillis lors des entretiens. Cette inscription est d'autant plus forte en ZEP/REP ou les contraintes sociales imposent des réponses professionnelles efficaces à court terme.

3.2 L'organisation des composantes matérielle et cognitive du milieu des situations.

Cette organisation renvoie plutôt à des gestes professionnels proches de ceux étudiés dans les routines de types 2 (Butlen, Masselot, 2001). J'ai déjà signalé qu'ils relevaient davantage des genres que de l'ordre. Les exemples de gestes permettant de gérer les routines installées par le manuel de la collection « *J'apprends les maths* [76]» évoqués à cette occasion, sont très significatifs de cette catégorie.

Les conditions de réalisation des tâches prescrites sont évoquées dans le référentiel de compétences de fin de formation, à propos de l'élaboration du projet :

> *définir l'activité proposée à l'élève, l'inscrire dans une durée, concevoir les consignes, prévoir les supports* [77]

ou de sa mise en actes

> *utiliser de façon appropriée les supports, outils, aides diverses : le tableau, des documents écrits et audiovisuels, (...)*

ou enfin :

> *aider les élèves à prendre conscience des contraintes et des ressources propres aux différentes activités*[78].

L'accompagnement des prescriptions de certaines tâches de simulation collective (cf. stagiaire P1, classe de CP) peut s'interpréter ainsi. La présentation de la consigne sous deux formes et en plusieurs temps est reconnue comme adaptée au niveau cognitif d'élèves de CP par les trois conseillers pédagogiques interrogés sur ce point. P1 peut ainsi s'assurer de la

[76] Brissiaud et al ; « J'apprends les maths » collection, Hatier
[77] Rubrique : Compétences professionnelles relatives aux situations d'apprentissage /Concevoir une situation d'apprentissage
[78] Rubrique : Compétences professionnelles relatives aux situations d'apprentissage /Mettre en œuvre

compréhension de la tâche à effectuer. Il en est de même du rappel concernant l'activité additive de la séance précédente. Par contre, le temps consacré à ce dernier peut s'interpréter comme un manque de confiance du PE stagiaire dans les capacités des élèves à mobiliser les connaissances nécessaires à la réussite de l'activité suivante. La simulation de l'activité avec reculs et avancées du jeton paraît suffisante. Celle de la situation strictement additive fait double emploi. Sa mise en œuvre peut donc aussi s'interpréter comme une prudence excessive du stagiaire. Des contraintes incontournables sont effectivement prises en compte par le professeur lors de la dévolution de l'activité (relevant de l'ordre) mais des craintes liées à la gestion de l'incertitude l'amènent à renforcer certains aspects. Cela contribue à accroître le temps consacré à la dévolution au détriment de celui consacré à l'activité effective des élèves.

Les manuels scolaires se distinguent sur ce thème. Alors que l'ouvrage ERMEL CP, utilisé par P1 pour construire la situation n'accorde pas d'importance à une prescription de la tâche s'appuyant sur des simulations, un ouvrage comme « *J'apprends les mathématiques* » accorde davantage d'attention à cette question. Dans le premier ouvrage, les situations proposées comme les procédures susceptibles d'être mobilisées par les élèves sont souvent décrites avec soin, par contre les descriptions des moments de dévolution ne sont qu'ébauchées. Il en est de même des phases d'institutionnalisation.

Le second ouvrage (livre du maître) prend le soin de détailler ces étapes et le discours qui l'accompagne, mettant ainsi en mots et en images des gestes professionnels.

Certains gestes sont difficiles à catégoriser en fonction de l'une des dimensions du genre retenue car selon les situations, les connaissances en jeu et l'âge des élèves, ces composantes interviennent toutes et différemment. Il est toutefois possible de donner des tendances.

La répartition du temps de parole, la prise d'information en cours d'activité sur les productions et performances des élèves relève davantage de l'ordre du métier que des autres dimensions du genre. Il en est de même de l'organisation de la composante cognitive du milieu.

D'autres gestes professionnels intervenant le processus de dévolution du problème ont des modalités qui vont être caractérisées par l'âge des élèves. Ainsi la mise en œuvre d'une phase de simulation collective de la tâche à effectuer avant sa réalisation effective comme le procédé qui consiste à faire inventer la consigne aux élèves relèvent davantage de l'ordre du métier en cycle 1 alors que cela peut devenir un indicateur de l'inscription dans un i-genre ou un e-genre en cycle 2 ou 3.

Les routines de type 2 (installation, maintien ou appels d'habitudes de travail) comme la gestion des phases de bilan et synthèse relèvent davantage des i-genres.

Enfin, le traitement des comportements des élèves participe davantage à la constitution du e-genre.

4. Conclusion

J'ai situé les gestes définis par défaut dans l'analyse de pratiques de professeurs stagiaires dans le cadre d'une étude plus large de pratiques de professeurs d'école.

J'ai analysé certains compromis maladroits établis dans l'action par les professeurs stagiaires comme des réponses en partie inadaptées. En effet, des difficultés semblent dues à de mauvaises évaluations des contraintes et des marges de manœuvre possibles. Il en est ainsi de « l'invention de la consigne ». Cette réponse en actes à des contraintes « ergonomiques » (obsolescence des situations de tris, accompagnement des élèves de maternelle) et ayant pour effet de faciliter l'activité du professeur des écoles peut s'avérer source de difficultés pour les professeurs novices quand elles sont mises en œuvre dans des situations où ces contraintes sont moins fortes. On peut également interpréter ainsi les difficultés de P1 liées à la gestion de l'aspect ludique de la situation. Le jeu peut être à la source d'apprentissages si sa mise en œuvre s'accompagne des contraintes adéquates. P1 sous-estime justement ces dernières.

Dans les deux recherches, j'ai mis en évidence des contradictions qui éclairent les pratiques observées. Ces contradictions sont différentes car les contraintes qui sont à leur origine ne sont pas les mêmes. Le terme de tension me semble plus adapté dans le cas des professeurs novices car l'expérience professionnelle peut les résoudre ou du moins les atténuer. La mise en perspective des tensions révélées par l'analyse des professeurs novices et des contradictions auxquelles sont soumis les professeurs exerçant en ZEP permet de mieux comprendre la formation des pratiques.

J'ai souligné que les rapports entre individualisation de l'enseignement et maintien d'apprentissages collectifs sont une des sources de difficultés rencontrées en REP. Ces rapports sont aussi, de manière moins aiguë, à l'origine de tensions chez les professeurs stagiaires : tension entre disponibilité pour aider les élèves et disponibilité pour observer leur travail mais aussi tension entre disponibilité pour un élève et disponibilité pour la classe. Souvent présentée comme une réponse économique et efficace aux difficultés de socialisation scolaire, une individualisation excessive des parcours peut non seulement aggraver à moyen terme ces problèmes mais aussi rendre encore plus difficile l'aspect enseignement du métier. Cela peut se traduire par des manques en terme de socialisation scolaire ou d'apprentissage mais aussi par un défaut de disponibilité du professeur. Cette contradiction en germe en formation initiale semble renforcée dans le cas des REP par des contraintes sociales et institutionnelles spécifiques. La question de la prise en compte de l'individu rentre sans doute en résonance avec les conceptions personnelles des maîtres ou futurs maîtres majoritairement issus des classes moyennes. Elle est relayée par certains discours institutionnels.

La question des rapports entre apprentissage individuel et apprentissage collectif semble avoir été sous-estimée dans la formation des professeurs d'école. La formation générale (théorie des apprentissages, philosophie de l'éducation) dispensée par l'IUFM comme la formation de didactique des mathématiques ne semblent pas, sur ce thème, suffisamment adaptées aux contraintes de l'enseignement en milieu défavorisé.

Il en est de même, dans une moindre mesure, des questions soulevées par la socialisation des élèves, le respect des règles de vie de l'école et plus généralement le respect d'autrui ou le traitement de certains comportements violents.

Toutes ces questions sont abordées pendant la formation initiale, le plus souvent lors des cours de philosophie, psychologie ou éducation civique. Les contraintes réelles sont évoquées dans ces enseignements, il est fait appel à des témoignages, à des descriptions. Il semble toutefois que les professeurs stagiaires ne puissent pas toujours mesurer les enjeux de cette formation. Ainsi, lors d'une séance de bilan de stage, l'un d'entre eux porte l'appréciation suivante :

> *à l'IUFM, les profs nous ont parlé de ces problèmes de discipline, de chahut, mais c'est resté trop abstrait, je ne comprenais pas vraiment. Ces cours m'inquiétaient même (...)*

Un autre rajoute :

> *Et puis, les stages de pratiques accompagnées de nous ne préparent pas bien, ce ne sont pas les mêmes écoles, les mêmes élèves... C'est*

plus facile. (...) Lors des ateliers professionnels[79]. *On ne peut pas tous aller dans les classes de ZEP (...)*

Un troisième déclare :

On ne comprend pas quand on nous en parle, il faut voir vraiment comment font les instits de ces classes. (...) Moi j'ai vu comment faisait M. S. J'ai fait des séances de maths dans sa classe.(...) Cela m'a aidé à comprendre.

Mon propos n'est pas d'opposer apprentissage du métier sur le terrain et formation à l'IUFM. Je souligne seulement la difficulté rencontrée par les stagiaires pour s'approprier une formation, aussi bien faite et aussi complète soit-elle, sur ces questions sans référence à une expérience scolaire vécue. Des interprétations caricaturales peuvent être alors faites.

De nombreux professeurs stagiaires sont confrontés à cette question lors des stages en responsabilité ou lors de leur première année d'exercice. Dans l'urgence, ils peuvent être amenés à imiter les pratiques de leurs collègues plus anciens de l'école. Ils s'inscrivent dans l'un des i-genres majoritaires que nous avons décrits. Cette inscription est d'autant plus légitime qu'elle leur a permis de faire face à des difficultés auxquelles l'IUFM les avait insuffisamment préparés.

Les illusions de l'un des professeurs stagiaires à propos du rôle des jeux dans l'apprentissage scolaire ne sont pas sans rappeler les observations faites par Peltier-Barbier (Peltier-Barbier et al, 2004). J'ai souligné que cet enseignant novice n'imposait pas suffisamment de contraintes lors de l'activité ludique pour permettre de la transformer en l'activité mathématique prévue. Les analyses du dispositif d'enseignement centré sur la construction et l'exploitation de jeux mathématiques mis en place par des professeurs plus anciens enseignant en REP montrent que les risques de dérive sont aggravés. Peltier-Barbier souligne non seulement les mêmes illusions sur les vertus accordées aux jeux mais elle décrit en détail les effets négatifs de certains choix de variables ou l'absence de moyens de contrôle sur l'activité réelle des élèves.

Cela renvoie à une autre question importante abordée de manière peut-être insuffisante en formation : comment installer dans la classe et plus généralement dans l'école un climat de confiance pour l'élève ? Comment créer les conditions pour qu'il soit heureux de venir à l'école et d'y travailler sans pour faire passer au second plan les apprentissages disciplinaires ?

Cette question génère des contradictions importantes auxquelles doivent répondre les enseignants de REP. Ces contradictions sont déjà sous une forme atténuée présente en formation initiale.

Au cours de leurs expériences d'enseignement les professeurs stagiaires de seconde année de formation initiale sont assujettis en partie à des contraintes semblables que leurs collègues titulaires. Leurs marges de manœuvre sont parfois plus importantes ; les conditions d'exercice sont par exemple plus confortables lors des stages de pratique accompagnée ou des ateliers d'analyse de pratiques. Ils sont toutefois souvent confrontés à des contraintes supplémentaires : injonctions de l'IUFM, inexpérience professionnelle, statut précaire de professeur remplaçant, etc. Ces contraintes génèrent des tensions pendant la formation initiale et des contradictions plus aiguës en REP. Les réponses isolées apportées aux premières par les professeurs novices peuvent initialiser les systèmes de réponses plus stables et plus cohérents

[79] Ateliers professionnels : ateliers d'analyse de pratiques décrits dans le premier paragraphe de cette quatrième partie.

construits ultérieurement dans les premières années d'exercice. Cela semble être le cas pour le traitement des deux contradictions : celle entre individuel, public et collectif d'une part et entre celle entre socialisation et apprentissage d'autre part.

L'analyse des pratiques de dix professeurs d'école enseignants les mathématiques en REP semble montrer que les effets des contraintes et de l'habitus de la profession peuvent masquer durablement, voire annuler, les effets possibles de la formation initiale.

Ce premier questionnement débouche sur de nouvelles questions relatives à la formation qui appellent d'autres recherches. Je les développe dans la quatrième partie de cette note de synthèse. Elles portent à la fois sur les contenus de formation, sur les stratégies des formateurs et sur les dispositifs de formation associés. En particulier, une analyse en termes d'ordre, genres des pratiques enseignantes pose, en termes nouveaux, des questions qui reviennent de façon chronique, dans le milieu des formateurs de professeurs et qui ont trait aux rapports qu'entretiennent d'une part théorie et pratique et d'autre part formation initiale collective des enseignants et parcours individualisés.

VI. UNE CONTRIBUTION A L'ANALYSE DES STRATEGIES DE FORMATEURS LORS DE SITUATIONS D'ANALYSE DE PRATIQUES EFFECTIVES DE PROFESSEURS NOVICES

Je présente maintenant une contribution à l'analyse de pratiques de formateurs observées lors de situations de formation initiale centrées sur l'analyse de pratiques effectives de professeurs stagiaires. Cette recherche permet de mieux comprendre la formation de ces pratiques.

Après avoir décrit la démarche qui débouche sur ces recherches, je présente la problématique et la méthodologie utilisée. Je présente ensuite une synthèse des résultats obtenus. Ces travaux débouchent sur des questions et des pistes de recherches relatives à la formation des pratiques enseignantes dans le cadre de la formation initiale des professeurs d'école en mathématiques qui feront l'objet d'un développement spécifique dans la cinquième partie de cette note de synthèse.

1. Problématique

1.1. « Didactique professionnelle » et recherches sur les pratiques de formation : rapide survol chronologique

Je me suis tout d'abord intéressé aux stratégies de formation en relation avec les représentations des futurs professeurs d'école. Je pensais que les manques à gagner (par rapport à un enseignement plus « efficace » (moins inspiré par une stricte imitation de l'enseignant par les élèves) venaient essentiellement de représentations insuffisantes des futurs maîtres sur les mathématiques et leur apprentissage et d'un manque de connaissances mathématiques. Je faisais l'hypothèse qu'un travail explicite sur ces représentations, à partir de situations de type homologie[80] (Kuzniak, 1994, Houdement 1995, Houdement et Kuzniak 1996) suffirait à améliorer la formation initiale et de ce fait aurait un effet sur les pratiques des professeurs d'école.

J'ai exposé dans divers documents cet axe de travail. Si certains de ces documents sont des productions directement à l'usage des formations, dans d'autres, un travail de mise à distance de pratiques de formateurs est à l'origine de l'écriture, mais cette élaboration théorique n'a pas été suivie de recherches effectives[81].

Prenant conscience de l'insuffisance de cette stratégie, j'ai ressenti la nécessité de fournir aux professeurs des écoles des outils d'analyse et de lecture des ingénieries inspirées par des recherches en didactique des mathématiques. Cela m'a amené progressivement à compléter systématiquement mes actions de formation par des moments de transposition (Kuzniak 1994, Houdement 1995). J'ai engagé une réflexion théorique sur la transposition de concepts de didactique élaborés pour la recherche en vue de leur transmission en formation

[80] Les situations d'homologie : les professeurs d'école en formation sont tenus de résoudre des situations-problèmes nécessitant des connaissances mathématiques ne relevant pas forcément de l'école élémentaire. Le scénario est proche de situations pouvant être proposées à des élèves de l'école élémentaire. Le formateur vise plusieurs objectifs : intervenir sur les conceptions des professeurs novices, compléter ou réorganiser leurs connaissances et favoriser d'éventuels transferts à l'école élémentaire. Il fait le pari que les professeurs stagiaires proposeront à leurs futurs élèves des situations basées sur des scénarii proches.
[81] Une sélection de ces articles figure dans le deuxième volume de publications.

initiale de professeurs d'école. (Butlen et Pézard 1991) Cela a coïncidé avec la création des IUFM et la mise en place du nouveau concours PE.

J'ai regroupé, à l'époque, sous le terme de didactique professionnelle, l'ensemble des savoirs de formation élaborés par les formateurs d'enseignants. Il s'agit de savoirs transposés des recherches en didactique à des fins de formation des enseignants mais aussi des savoirs professionnels élaborés au quotidien par les formateurs en dehors de toute recherche. Les situations de formation et plus généralement les stratégies de formation mises en œuvre par les formateurs en font également partie (Butlen, 1996.) Ce terme recouvre aussi tout ce qui dans l'expérience professionnelle collective des formateurs a été ou peut-être explicité.

Cette réflexion théorique a débouché sur des propositions de formation, notamment des projets de situations de transposition (cf. documents de formation édités par la COPIRELEM de 92 à 97) qui ont été expérimentés mais n'ont été ni analysés complètement ni évalués.

Des recherches sur les stratégies de formation en mathématiques des professeurs d'école (Kuzniak 1994, Houdement 1995) débouchent sur l'idée qu'une formation efficace résiderait dans une stratégie alliant les trois types de stratégies de monstration, homologie et transposition. L'expérience de ces formations, le bilan empirique que j'ai pu en faire m'ont amené à mettre une fois de plus en doute l'efficacité de ces nouveaux scénarii de formation, notamment en ce qui concerne non plus la préparation, mais la mise en œuvre en classe des séquences, aussi "bonnes" soient-elles. Ce bilan rejoint les conclusions de travaux sur l'évaluation des effets d'une formation initiale de didactique des mathématiques sur les pratiques effectives de professeurs d'école en première nomination (Masselot, 2000.)

Dans une première étape, j'ai donc mené des recherches sur les pratiques en classe des professeurs d'école débutants. Il me semblait indispensable, d'une part d'analyser certains aspects de la formation des pratiques professionnelles durant la formation initiale et d'autre part d'étudier comment ces pratiques se stabilisent lors des premières années d'exercice du métier. Ces recherches sont présentées dans les chapitres précédents. Ces analyses de pratiques effectives d'enseignants expérimentés ou novices débouchent sur des questions relatives à la formation initiale et continue des enseignants ébauchées au cinquième chapitre.

En effet, elles mettent en évidence des difficultés récurrentes rencontrées par les professeurs stagiaires lors de leurs premières expériences professionnelles. Il est raisonnable de s'interroger sur leurs effets sur les pratiques futures de ces professeurs. Notamment, des difficultés trop fréquentes rencontrées dans la mise en œuvre de projets proches de ceux préconisés par les formateurs peuvent conduire les stagiaires concernés à rejeter ces projets au profit de projets plus couramment mis en pratiques par leurs collègues confirmés. De même, le faible nombre de professeurs débutants ou plus confirmés s'inscrivant dans le i-genre trois (cf. partie 4, chapitre 3) soulève la question de l'adéquation de la formation initiale à l'enseignement en ZEP/REP. En particulier, comment faire acquérir durant de cette période des gestes professionnels nécessaires à la mise en œuvre de projets d'enseignement laissant une part aux apprentissages collectifs et ne s'accompagnant pas d'une trop grande baisse des exigences ?

Ces constats et premières interrogations soulèvent deux grandes séries de questions relatives à la formation. Pour apporter des éléments de réponse, il me paraît nécessaire de mieux cerner les stratégies de formations développées à l'IUFM et notamment de préciser comment ces stratégies prennent en compte et modifient éventuellement les pratiques effectives des professeurs d'école. En particulier, il me paraît important de mieux comprendre comment les différents formateurs intervenant dans la formation initiale en mathématiques des professeurs d'école traitent au quotidien les difficultés soulevées dans le chapitre précédent. Ce traitement soulève également la question de la construction de situations de formation spécifiques et celle de l'adéquation des dispositifs de formation qui existent.

1.2. Rappel de la problématique des recherches

Il s'agit donc d'expliciter les stratégies de formateurs de deux catégories professionnelles différentes lors de situations d'analyse de pratiques effectives de professeurs novices (notamment pendant les stages). Celles-ci comme les savoirs transmis à cette occasion dépendent du statut de ces formateurs (passé universitaire, catégorie professionnelle). Ces travaux contribuent donc à préciser les savoirs de formation didactiques, mathématiques ou professionnels (Houdement et Kuzniak, 1996) en jeu dans ces situations. Ils permettent d'amorcer une analyse a priori des effets éventuels de ces stratégies sur la formation des pratiques, en particulier de mieux comprendre comment, en formation initiale, se transmettent l'ordre du métier et les genres mis en évidence dans les chapitres précédents. Ces recherches ont pour but de contribuer à l'analyse de diverses situations de formation. Elles débouchent sur de nouvelles questions relatives aux modes de transmission en formation initiale des genres d'enseignement. Ces questions seront développées dans la quatrième partie.

2. Eléments de méthodologie relatifs à l'étude de situations de formation centrées sur l'analyse de pratiques

J'ai déjà abordé ces questions méthodologiques au premier chapitre, je précise toutefois certains éléments spécifiques de cette recherche. Bien que ne portant pas sur l'analyse de situations de formation centrées sur l'analyse de pratiques mais sur les stratégies des formateurs utilisées lors de certaines de ces situations, il me paraît nécessaire de préciser des éléments relatifs à ces situations et aux différents partenaires en jeu. Bien que construits en vue d'analyser des entretiens de formateurs, ces éléments de méthodologie permettent aussi de dégager des pistes de recherche pour une analyse plus spécifique de ce type de situations et d'une organisation éventuelle de ces dernières.

2.1. Les partenaires de la « relation de formation »

La situation de formation fait intervenir un formateur (F) membre d'une institution, exerçant une profession rémunérée, donc soumis à des contraintes. Ce formateur est à la fois membre d'un groupe de professionnels exerçant une fonction analogue et un individu ayant ses propres représentations sur l'enseignement des mathématiques, sur le public auquel il s'adresse. Il interagit avec un professeur d'école stagiaire qui a lui-même ses propres représentations et est soumis à des contraintes précisées[82]. Ce professeur stagiaire, sans être titulaire, est salarié. Il exerce provisoirement l'activité professionnelle d'un enseignement titulaire ; il est donc à ce titre redevable temporairement devant l'institution de charges et devoirs identiques. La manière dont il répond à ces contraintes détermine sa titularisation et influe sur son devenir professionnel.

2.1.1. Les professeurs stagiaires

Je me contente dans ce paragraphe d'aborder quelques caractéristiques du public. Les professeurs d'école stagiaires ayant suivi des études universitaires de mathématiques restent à ce jour en nombre très réduit. Un nombre non négligeable d'entre eux se sont toutefois engagé dans des études scientifiques (sciences économiques, biologie, etc.).Peu ont suivi un cursus universitaire de mathématique. Le reste du public a plutôt entretenu avec les mathématiques un rapport négatif.

[82] Ces contraintes ont été en partie précisées dans le chapitre deux

J'ai abordé dans plusieurs publications certains effets de ce passé (Butlen et Bolon 1992, Butlen et Henri 1993, Butlen et Peltier-Barbier 1994) sur le rapport aux mathématiques et à leur enseignement entretenu par les professeurs stagiaires. Certes, ils rencontrent des difficultés pour maîtriser les contenus à enseigner, penser les organisations nécessaires, mesurer les enjeux des situations proposées par les manuels ou analyser les productions des élèves. Mais paradoxalement, les difficultés rencontrées comme élèves peuvent les amener à questionner les pratiques enseignantes en mathématiques et à envisager positivement dès la formation initiale des changements possibles.

La diversité des cursus se traduit également par des expériences professionnelles différentes. Certains ont assuré pendant plusieurs mois, voire une année complète, la charge d'une classe ou des remplacements dans des écoles diverses[83]. Leur vécu scolaire est alors fortement conditionné par les conditions dans lesquelles ces « remplacements » se sont déroulés. Nombre d'entre eux sont affectés provisoirement dans des écoles situées dans des quartiers difficiles. Ils ont alors fait l'expérience souvent douloureuse, car non préparée par une formation préalable, d'un enseignement à des élèves défavorisés socialement. Lors de ces expériences. Ils se sont construit des représentations sur ce public, sur l'enseignement des mathématiques qui vont être questionnées lors de la formation[84].

<u>2.1.2. Les formateurs</u>

Il est nécessaire de distinguer la formation dispensée en centre IUFM de celle dispensée lors des stages.

<u>*2.1.2.1. La formation en centre*</u>

A la diversité des stagiaires correspond une diversité d'intervenants en formation initiale. L'essentiel des cours en centre (strictement disciplinaires ou transversaux) est certes assuré par des enseignants, professeurs agrégés ou certifiés, spécialistes d'une discipline. Une petite minorité d'enseignants chercheurs et quelques inspecteurs de l'éducation nationale interviennent également. Certains maîtres formateurs ou conseillers pédagogiques, (professeurs d'école) peuvent également assurer quelques enseignements.

Kuzniak, Houdement et Peltier-Barbier ont étudié les stratégies et des contenus d'enseignement de ces formateurs. Ces études concernent essentiellement une seule catégorie de formateurs : les professeurs d'IUFM spécialistes des mathématiques[85]. Elles ne prennent pas en compte ni les autres catégories de formateurs, ni la formation « sur le terrain » durant les stages de pratique accompagnée ou en responsabilité.

<u>*2.1.2.2.. La formation sous forme de stages*</u>

Contrairement à la formation précédente, la participation des différentes catégories d'intervenants dans cette formation est nettement plus équilibrée, voire inversée au profit des formateurs issus du terrain.

Dans la plupart des cas, la formation lors des stages de pratique accompagnée est essentiellement à la charge du maître formateur qui accueille les stagiaires dans sa classe. Ces

[83] C'est en particulier le cas des candidats au concours recrutés sur liste complémentaire.
[84] Notons que les dispositifs de formation ne prennent pas systématiquement en compte ces passés différents. Les groupes peuvent regroupé indifféremment selon les cas les stagiaires ayant une expérience professionnelle et d'autres n'ayant eu pour tout contact avec l'école que leur passé d'élèves.
[85] Il s'agit dans leur très grande majorité de professeurs certifiés ou agrégés de mathématiques détachés de l'enseignement secondaire dans le supérieur.

stages sont l'occasion pour les stagiaires d'observer les pratiques d'un expert, de les questionner. Ils permettent au professeur novice de mettre en œuvre quelques projets d'enseignement limités dans le temps sous le regard et le conseil d'un tuteur.

Les stages en responsabilité font l'objet d'un encadrement faisant intervenir toutes les catégories de formateurs : professeur d'IUFM, maître formateur, conseiller pédagogique de circonscription et IEN. A l'occasion de visites, ces formateurs formulent des conseils et des aides le plus souvent accompagnés d'une évaluation. Dans l'équipe de suivi, les formateurs, exerçant ou ayant exercé la fonction de professeurs d'école sont les plus nombreux.

Le stage en responsabilité est un moment important de la formation car c'est l'occasion pour le stagiaire de se confronter seul aux réalités scolaires et ce, pendant plusieurs semaines. Il est censé mettre en œuvre dans des conditions parfois difficiles, des projets d'enseignement inspirés de la formation reçue en centre.

Ainsi, une part importante voire essentielle de la formation centrée sur l'analyse effective des pratiques des professeurs stagiaires est assurée par des formateurs originaires de ce que l'on coutume d'appeler « le terrain » (maîtres formateurs, conseillers pédagogiques de circonscription, inspecteurs.)

Ces différents stages étant des moments privilégiés de formation des pratiques, il est donc très intéressant d'analyser ce qui est transmis par chaque catégorie de formateurs afin de comprendre dans quelles mesures ces situations de formation contribuent à perpétuer certains types de pratiques ou au contraire à les changer. Les recherches exposées ci-dessous essaient justement de mieux cerner certaines règles relatives à l'exercice du métier, développées et transmises à cette occasion.

2.2. Des éléments méthodologiques pour une analyse des stratégies développées par les formateurs lors de situations de formation centrées sur l'analyse des pratiques effectives des professeurs stagiaires

L'analyse de ces situations est complexe car il est nécessaire de prendre en compte deux situations différentes. La situation de formation qui fait interagir un formateur et un formé à propos d'une situation d'enseignement réalisé par le stagiaire (projet et mise en actes.) L'analyse de cette dernière situation fait intervenir le savoir en jeu, les interactions entre maître et élèves à propos de ce savoir mais aussi le contexte institutionnel dans lequel se déroule cette action d'enseignement.

Les interactions entre formateur et formé ont donc pour premier objet une situation effective d'enseignement construite et mise en scène par le professeur stagiaire. Cette situation didactique de référence s'inscrit dans un dispositif de formation complexe. Elle est marquée par différentes contraintes institutionnelles. Par exemple, le professeur stagiaire peut être évalué à cette occasion ; son devenir professionnel peut en dépendre de façon significative. La situation de formation s'inscrit également dans un dispositif plus global de formation qui fait intervenir d'autres situations, d'autres acteurs (formateurs et formés.) L'analyse doit prendre en compte le fait que les interactions observées à un moment donné s'inscrivent dans un projet du formateur dont la durée peut varier selon sa catégorie professionnelle. L'analyse des savoirs en jeu dans la situation effective d'enseignement peut dépendre d'autres savoirs étudiés en formation, de l'organisation choisie par le ou les formateurs pour cette étude. De même, l'analyse de la mise en actes du projet d'enseignement peut s'inscrire dans un projet de formation plus global ayant pour objet l'acquisition de gestes professionnels nécessaires à l'exercice quotidien du métier.

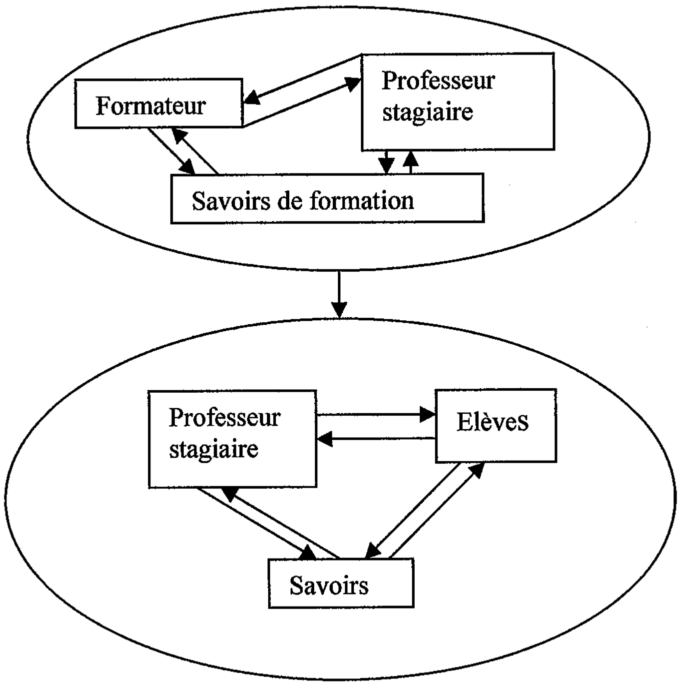
Il est donc nécessaire de distinguer deux types de situation : la situation de formation et la situation didactique observée par le formateur. La première situation fait donc intervenir le formateur, le professeur stagiaire, des savoirs de formation et la situation didactique observée. La seconde fait intervenir un professeur novice, des élèves et des savoirs. Comme indiquée précédemment, la seconde situation est censée être la référence principale pour la première.

Les acteurs comme les objets des indifférentes interactions sont dédoublés.

Le professeur stagiaire occupe deux positions très distinctes, il est d'une part un professeur pour les élèves de la classe dont il a temporairement la charge ; à ce titre, il est censé posséder les savoirs professionnels nécessaires à cet enseignement. Il est aussi élève et donc en situation d'apprentissage ; l'objet de cet apprentissage étant justement les savoirs qu'il est censé posséder dans la première situation.

De même, les savoirs de formation en jeu dans la situation de formation sont dédoublés, il s'agit de savoirs disciplinaires et de savoirs professionnels et didactiques liés à l'enseignement des premiers.

L'objet de l'observation et de l'analyse du formateur est lui même dédoublé, il doit prendre en compte le projet d'enseignement du professeur stagiaire et sa mise en actes effective.



L'étude qui suit vise à préciser les différents objets intervenant dans la situation de formation et les multiples dédoublements qui peuvent résulter du dédoublement initial évoqué ci-dessus.

Une approche possible consiste à transposer le cadre théorique et la méthodologie mise en œuvre pour analyser les pratiques des enseignants pour étudier les pratiques des formateurs d'enseignant.

J'ai retenu une approche pragmatique qui s'appuie sur une hypothèse préalable. Le formateur doit réaliser plusieurs tâches qui peuvent être repérées dans son discours grâce à plusieurs indicateurs. Les choix effectués pour réaliser ces tâches et les modes de réalisation caractérisent la stratégie mise en œuvre. Chaque tâche fait intervenir des objets qui peuvent aussi s'interpréter en terme de situations. Je vais tout d'abord préciser l'objet de la situation.

2.2.1. Un double objet de référence pour la situation de formation

J'appelle situation de référence la situation observée et pour une part analysée par le formateur. Cette situation est double : une situation effective et une situation projetée. Cette duplicité résulte de la nature double des pratiques elles-mêmes : projet (lignes d'action) et mises en actes (Robert, 2001.)

Le formateur analyse la séance de mathématiques effectivement conduite par le stagiaire mais il doit aussi prendre en compte son projet d'enseignement. Pour étudier ce dernier, il peut en analyser des traces : fiche de préparation de la séance ou déclarations du stagiaire lors de l'entretien.

Il faut donc distinguer deux situations de référence : la situation didactique effectivement observée par le formateur et la situation projetée par le professeur stagiaire.

La situation didactique effective : La première peut être analysée avec les outils de la théorie des situations. C'est ce que j'ai fait dans chaque cas. J'ai ensuite comparé cette analyse à l'analyse du formateur telle que j'ai pu la reconstituer à partir de l'analyse de son discours.

J'ai également croisé cette analyse comparative avec une analyse s'inspirant de l'approche ergonomique notamment pour préciser ce qui relève des composantes cognitive et médiative des pratiques en jeu (Robert A.)

La situation projetée : Précisons certains éléments intervenant dans la définition du projet de l'enseignant. Nous sommes en amont de la situation de classe effective. Ce projet du professeur stagiaire tient compte des contraintes imposées par les institutions dont il dépend.

Comme enseignant (exception faite des maîtres effectuant des remplacements de très courtes durées), il doit programmer au moins les grandes lignes de son enseignement à moyen terme : progression et répartition dans le temps sur plusieurs jours ou plusieurs semaines. Il répond en cela aux normes explicites qui permettent à l'institution du premier degré de réguler les pratiques des professeurs d'école titulaires.

Comme stagiaire, il peut (doit) profiter des stages en responsabilité comme de pratique accompagnée pour tester, expérimenter certaines situations, certains modes de fonctionnement, préconisés par l'IUFM. Il peut (doit) dans certains IUFM utiliser la période de stage en responsabilité pour recueillir des informations, tester des situations, des scénarii qui lui permettra de rédiger son mémoire professionnel.

Le professeur stagiaire est donc confronté à au moins deux types de contraintes et d'exigences différentes provenant des deux grandes institutions dont il dépend lors de ces stages. Comme je l'ai montré dans le chapitre deux de cette troisième partie, ces exigences peuvent rentrer en compétition.

La construction du projet du professeur stagiaire va aussi dépendre des informations dont ils disposent : scénarii étudiés ou conseillés lors de la formation, manuels et supports pédagogiques à sa disposition. Le projet est évidemment très fortement conditionné par la représentation que le stagiaire se fait du métier d'enseignant. Cette dernière est le résultat, à un moment donné, d'une synthèse plus ou moins réussie entre les conceptions personnelles du stagiaire, notamment celles qu'il a pu se construire à partir de son expérience d'élève, les modèles véhiculés par l'IUFM et les expériences personnelles d'enseignant qu'il a pu avoir auparavant. On peut penser qu'un professeur stagiaire n'ayant aucune expérience d'enseignement va plutôt essayer de reproduire un modèle d'enseignant reconstruit à partir de ses conceptions d'élève et des exemples d'enseignants experts. Les conditions locales d'enseignement peuvent aussi jouer ; une régulation se fait en fonction des habitudes de travail des élèves de la classe, de la pratique quotidienne du maître titulaire, de la négociation entre professeur stagiaire et élèves...

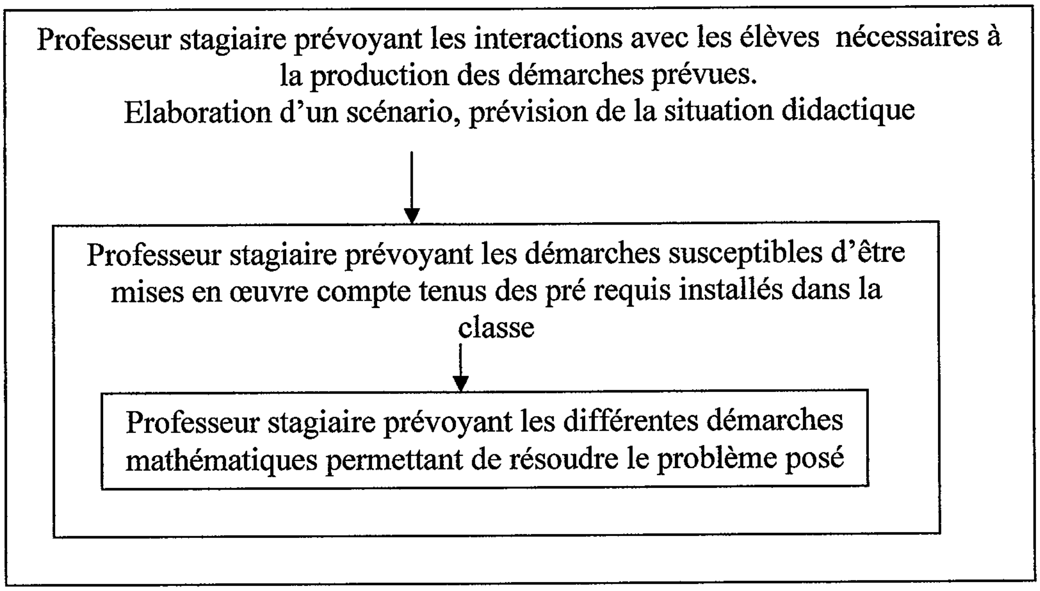
Peltier-Barbier et Houdement (1997) distinguent (et conseillent aux futurs professeurs d'école de prendre en compte) deux moments dans l'élaboration du projet[86]. Grâce à une analyse a priori, le stagiaire est censé rechercher les différentes méthodes de résolution du problème, ces dernières dépendent des outils mathématiques mobilisés. Un second temps est constitué de deux types de prévisions : les procédures et performances susceptibles d'être produites par les élèves de la classe donnée et les interactions prévues entre les élèves et le maître dans le but de provoquer les apprentissages visés. Le professeur repense les procédures mathématiques produites dans le premier temps de l'analyse a priori en essayant de prendre en compte l'état supposé des connaissances des élèves de la classe. Il envisage des aides et médiations en fonction. Cette manière de procéder est en fait une norme proposée par des formateurs vers laquelle le stagiaire doit tendre. Il ne dispose pas toujours, voire rarement des connaissances nécessaires à sa réalisation. Cela suppose en effet à la fois une maîtrise des contenus mathématiques enseignés, des connaissances précises sur les démarches susceptibles d'être mises en œuvre par les élèves et des pré requis nécessaires à celles-ci.

L'analyse des préparations élaborées dans les séances observées dans les recherches relatées au troisième chapitre montre que les professeurs stagiaires se conforment partiellement à cette attente.

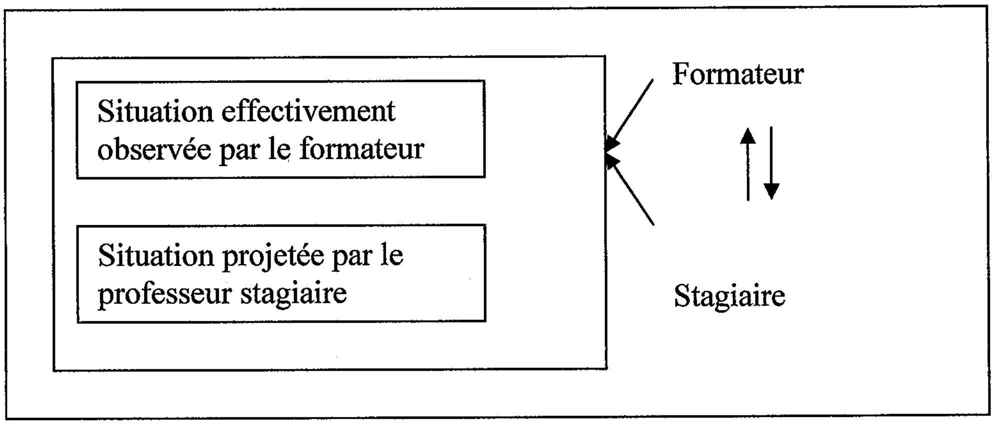
De plus ces analyses a priori sont évidemment marquées par les représentations du stagiaire, par des contraintes institutionnelles (IUFM, école, classe, etc.) La situation projetée est donc une composition prenant en compte différentes contraintes (évaluation éventuelle, contraintes liées aux habitudes de travail de la classe de la classe, aux pré requis mis en place) et différents modèles : scénarii possibles (étudiés en formation, conseillés ou accessibles), pratiques professionnelles (fréquentées, privilégiées en formation, effectives du terrain ou reconstruites par le stagiaire à partir de diverses expériences antérieures.)

Le schéma ci-dessous résume cette situation projetée.

[86] Les institutions demandent plus ou moins explicitement aux professeurs d'école en général, aux professeurs en formation en particulier, de rédiger le projet de la séance. En formation, la fiche de préparation peut-être consultée par les formateurs. Il existe divers textes de formateurs précisant des normes de rédaction et d'élaboration de ces documents. On peut les trouver dans des documentations pédagogiques destinées aux maîtres formateurs préparant le concours de conseiller pédagogique (CAPEMF), dans des publications de la COPIRELEM ou dans la revue Grand N par exemple.



L'objet des interactions entre formateur et formé est alors un couple constitué de la situation didactique effectivement observée et de la situation projetée par le stagiaire qu'il est possible de schématiser ainsi :



Je précise maintenant des éléments d'analyse de l'activité du formateur lors de cette situation. Il est amené à réaliser différents types de tâches qui correspondent à des dimensions différentes de son activité. Ces dimensions servent notamment à repérer et caractériser des régularités comme des singularités dans les pratiques des formateurs. Il me paraît utile de distinguer ce qui relève de l'observation, de l'analyse, de l'évaluation, du projet de formation à court terme et à moyen terme[87].

[87] Certaines de ces dimensions peuvent se retrouver dans les propos du formateur comme dans ceux du professeur stagiaire.

Je me suis appuyé pour définir ces dimensions de l'activité du formateur sur de nombreux entretiens avec mes collègues notamment dans le cadre de la COPIRELEM[88] et sur une analyse introspective de ma propre pratique.

2.2.2. Une observation finalisée par l'expérience professionnelle

J'ai déjà évoqué les prévisions effectuées par le professeur stagiaire lors de l'élaboration de son projet. Il est nécessaire d'envisager une activité du même type pour le formateur. Celui-ci doit construire l'entretien qui suit l'observation de la séance. Il prévoit plus ou moins explicitement sur la base des observations effectuées pendant la séance les thèmes à aborder. Ces choix sont basés sur une analyse « à chaud[89] » de la séance observée.

Les prévisions du formateur ne sont évidemment pas du même type que celles du professeur stagiaire car leur fonction n'est pas la même. Le projet du professeur stagiaire est avant tout un guide pour l'action. Les observations du formateur sont finalisées par l'entretien et ne visent pas directement la mise en œuvre d'une situation d'enseignement avec des élèves de l'école primaire.

Cette analyse « à chaud » de la séance observée est une recomposition d'observations et d'anticipations. Afin d'analyser la prestation du stagiaire, de l'évaluer et de proposer d'éventuelles améliorations, voire un projet alternatif, le formateur se réfère à des situations fictives visant les mêmes apprentissages et dont le scénario est proche de celui mis en œuvre par le stagiaire. Pour cela, il peut évoquer des situations analogues ou suffisamment proches qu'il a pu conduire, observer, tester dans des conditions variées (conduite d'une classe, observation de maîtres confirmés ou débutants, recherches.) Il peut effectuer rapidement une analyse a priori de la situation proposée par le stagiaire ou d'une partie de celle-ci et adapter à tout moment cette analyse aux modifications apportées par le stagiaire dans le déroulement effectif.

Il peut aussi comparer le déroulement effectif de la séquence avec des modèles de situations analogues ou visant les mêmes apprentissages provenant d'innovations, de manuels ou de recherches didactiques.

Ces anticipations peuvent porter sur l'ensemble de la séquence, sur une situation particulière ou sur des périodes délimitées dans le temps. Elles sont évidemment très liées aux conceptions du formateur, à ses représentations sur l'enseignement, à ces conceptions de l'apprentissage.

Les anticipations effectuées par le formateur orientent donc son observation. Cette recomposition, in situ, d'analyse a priori, d'expériences professionnelles portent à la fois sur le projet et sur la mise en actes. Elle traduit une première prise de distance avec la réalité observée et débouche aussi bien sur des conseils que sur une évaluation. Nous appellerons situation(s) fictive(s) de référence [90], cet ensemble de prévisions qui déterminent pour une part l'observation du formateur.

Cette analyse explique en partie les choix du formateur lors de l'entretien. Leur étude comme celle des analyses qui les ont produit peut donc permettre au chercheur de mettre en

[88] La COPIRELEM (Commission Inter-IREM sur l'Enseignement Elémentaire) participe pour une part importante à un travail de rationalisation et de régulations des pratiques des formateurs de mathématiques intervenant dans la formation des professeurs d'école.
[89] J'appelle analyse « à chaud », l'analyse produite in situ, dans l'instant par le formateur de la situation observée. Cette analyse débouche également comme nous le verrons dans la suite, sur des conseils et des aides
[90] Plusieurs situations peuvent être envisagées par le formateur et guider son observation.

évidence des règles relatives au métier de professeur d'école que le formateur veut transmettre à cette occasion.

L'analyse de la séance observée n'est pas le seul élément qui intervient dans l'élaboration des choix du formateur lors de l'entretien. Interagissant avec un enseignant novice en vue d'intervenir sur les pratiques effectives de ce dernier, le formateur inscrit son discours dans une certaine temporalité et peut tenir compte de son interlocuteur.

2.2.3. Une dimension de formation

L'entretien comporte évidemment une dimension formative. Le formateur analyse la situation d'enseignement conduite par le professeur stagiaire dans le but d'apporter des conseils, des aides.

En comparant l'analyse a posteriori de la situation qui peut être faite par le chercheur en se référant notamment à la théorie des situations et les contenus abordés dans l'entretien, il est possible d'expliciter les choix effectués par le formateur et les thèmes qu'il juge important d'aborder pour aider le stagiaire à exercer son métier. Ces choix découlent évidemment de l'analyse faite de la situation observée et de la comparaison entre situation effectivement observée et situation(s) fictive(s) de référence.

L'analyse de l'entretien nous renseigne sur les savoirs comme sur les règles transmises par le formateur mais aussi sur les stratégies de conduite qu'il privilégie pour convaincre le stagiaire. Si le formateur considère qu'une analyse réflexive sur les pratiques peut-être source d'apprentissage, il pourra conduire l'entretien en amenant le professeur stagiaire à mener une auto-analyse[91]. Il peut être aussi amené à envisager lors de l'entretien des prolongements en terme de formation, à revenir sur d'autres moments de formation ou à réserver certains thèmes pour de futures situations de formation du même type ou non. Là encore, l'analyse de ces éléments peut renseigner sur le genre du formateur et sur le(s) genre(s) des professeurs d'école privilégiés.

2.2.4. Une dimension d'évaluation

L'analyse de l'évaluation de la séance par le formateur est également source de renseignements sur les exigences du formateur comme sur celles de l'institution. Les visites effectuées pendant les stages en responsabilité sont l'occasion d'une évaluation de la part du formateur. Toute observation accompagnée d'une analyse comporte une dimension évaluative (Chevallard, 1989.) Il peut donc être intéressant de mesurer l'écart existant entre l'évaluation qui découlerait de cette analyse et l'évaluation institutionnelle qui est formulée par le formateur.

2.2.5. Retour sur la problématique

Mon objectif est de contribuer à l'analyse de stratégies de formation initiale mises en œuvre par des formateurs de différentes catégories lors de situation de formation centrées sur l'analyse effective de pratiques de professeur stagiaires. Il s'agit de mieux cerner les savoirs professionnels, valeurs et règles du métier de professeur d'école qui sont transmises et privilégiées dans ce type de situation. Les formateurs sont amenés à faire des choix, ces choix renseignent sur la manière dont chaque catégorie de formateurs contribue à la formation des pratiques des professeurs d'école. Cette recherche complète les travaux précédents car elle permet d'étudier une autre variable intervenant dans la construction des pratiques : la part prise par la formation initiale et les différentes catégories de formateurs dans l'inscription

[91] L'importance de l'auto-analyse dans la formation aux pratiques a été développée dans de nombreuses recherches portant sur la formation.

future des professeurs d'école dans un genre donné. Cela permet également d'apporter des éléments sur le genre des formateurs. L'étude de ce genre contribue à l'étude des genres des professeurs d'école en précisant des ingrédients qui interviennent dans leur constitution.

J'utilise pour cette analyse les différentes dimensions de l'activité du formateur définies ci-dessus. Je croise cette première analyse avec les composantes qui m'ont servi à recomposer les pratiques observées. En particulier, cela me permet de mieux cerner l'importance accordée par le formateur au médiatif par rapport au cognitif, au personnel par rapport à l'institutionnel, etc.

Avant de présenter nos résultats, précisons le public observé.

2.2.5.1. Le public de formateurs observé

J'analyse l'activité de deux catégories de formateurs lors de situations d'analyse de pratiques effectives de stagiaire. Il s'agit d'une part de trois conseillers pédagogiques de circonscription désignés respectivement par S, IF, et JC. Ces trois conseillers pédagogiques assurent leur fonction dans une même circonscription comportant des ZEP/REP. Ils se sont plutôt spécialisés dans le suivi des maîtres : l'un en maternelle (IF), l'autre en musique (JC), le dernier est plutôt généraliste et intervient prioritairement en élémentaire (S.) Il s'agit d'autre part de deux professeurs d'IUFM, spécialistes de mathématiques désignés respectivement par M et G.

2.2.5.2. Les séances observées

Les conseillers pédagogiques analyse une séance filmée de CP, il s'agit de celle portant sur les écritures soustractives[92] déjà présentée dans le chapitre deux.

Les trois séances observées par le premier formateur PIUFM de mathématiques (M) concernent des contenus mathématiques différents. Une séance de CM_1 porte sur le tri de solides et de polyèdres et l'étude de quelques solides particuliers : une boule sphérique, un tétraèdre régulier (représentations conventionnelles, prise d'empreintes, construction à partir d'un patron). Une séance de CM_2 concerne la reproduction des pièces d'un tangram (triangles isocèles rectangles, parallélogramme, carré, etc.). Il s'agit en fait d'une classe à double niveau : CE_2 et CM_2. Les élèves de CE_2 travaillent en numération alors que ceux de CM_2 font de la géométrie. Une troisième séance dans une autre classe de CM_2 concerne l'enseignement des fractions : rappel de la définition d'une fraction (inférieure à 1) comme une partie d'un tout, situer sur une droite numérique des repères correspondant à des fractions simples, fractions équivalentes. Les classes des deux premières séances semblent comporter des élèves plutôt agités. Le volume sonore est parfois important.

Les deux séances observées par le second formateur portent aussi sur des niveaux scolaires et des thèmes mathématiques différents. La première concerne la résolution de problèmes additifs et soustractifs et est précédée de calculs mentaux au CE_2[93]. La seconde séance se déroule dans un CP, et porte sur la construction d'un cube à partir de la construction d'un patron de celui-ci.

[92] Cette séance est mise en œuvre par le profesesur stagiaire P1.

[93] Cette séance est aussi présentée dans le deuxième chapitre de cette partie, elle est mise en œuvre par le profesesur stagiaire P3.

3. Une analyse comparative des stratégies mises en œuvre par des formateurs en fonction de leur catégorie professionnelle et de leur cursus universitaire passé.

Je présente une synthèse des résultats obtenus en plusieurs temps. Dans une première étape, je présente les régularités inter catégorielles partagées par les formateurs des deux catégories professionnelles. Dans un second temps, je présente les régularités interpersonnelles des membres d'une même catégorie.

3.1. Des régularités partagées par tous les formateurs

L'analyse comparative fait apparaître au-delà de singularisations deux régularités. La première, partagée par tous les formateurs, est relative à l'évaluation de l'activité du stagiaire. La seconde concernant quatre des cinq formateurs porte sur la place accordée dans l'entretien à l'auto analyse du stagiaire.

3.1.1. Une double évaluation institutionnelle et formative

Chaque formateur mène une double évaluation institutionnelle et formative des séances et pratiques observées. L'évaluation institutionnelle correspond à l'évaluation du formateur destinée à l'institution IUFM. Cette évaluation pèse d'un grand poids dans la décision de titularisation du stagiaire. L'évaluation formative correspond à une évaluation plus systématique du projet d'enseignement du stagiaire et de sa mise en œuvre. Elle porte sur la qualité des activités proposées aux élèves, sur leur réalisation et sur l'analyse que peut en faire le stagiaire lors de l'entretien. Elle porte à la fois sur le médiatif et sur le cognitif. Je mesure cette évaluation à partir des remarques, jugements, propositions de changements formulés par le formateur.

Pour les six séances et pour tous les formateurs, l'évaluation institutionnelle est positive. Par contre, l'évaluation formative est parfois plutôt négative. Tout se passe comme si chaque formateur formulait une évaluation pour l'institution qui privilégie une partie des phénomènes observés[94].

Les trois conseillers pédagogiques émettent une évaluation positive de la prestation de la stagiaire. Malgré toutes les remarques faites, ils considèrent que ce professeur stagiaire *« a sa place dans une classe. »* Ses défauts sont considérés comme des *« défauts de débutant.»* Il gère suffisamment bien les interactions avec les élèves pour ne pas être sanctionné. Ainsi, S déclare :

> *Il sait bien s'adresser au groupe, aux membres du groupe individuellement par moment. Et puis les enfants l'écoutent bien.*

Cette appréciation est confortée par les propos de IF :

> *Il sait ramener le calme. Même quand ils travaillent la première fois et qu'il y a beaucoup de bruit... Bon... En ZEP, ce serait certainement un peu plus difficile ; mais là, elle a le calme, tout de suite...*

Le premier formateur M appuie son évaluation sur une analyse du projet d'enseignement du stagiaire à partir des traces dont il dispose (fiches de préparation, cahier journal) et sur la séance observée. Même quand, ce projet fait l'objet de critiques précises,

[94] J'ai analysé six séances et 8 évaluations portées par deux types de formateurs. Les stages en responsabilité font peuvent donner lieu à des évaluations négatives. Je n'ai pas analysé ce dernier cas. Je pense toutefois avoir mis en évidence, à partir de cette étude restreinte de cas, des éléments caractérisant la stratégie d'évaluation des formateurs observés.

l'évaluation est positive. Elle l'est également quand le stagiaire semble éprouver quelques difficultés pour gérer l'attention des élèves et le bruit produit (cas d'une des trois séances analysées). Elle porte sur la gestion globale de la classe (discipline, communication avec les élèves, attitude de ceux-ci) et sur son projet d'enseignement à moyen terme.

Le second formateur évalue de même positivement les deux séances observées malgré les critiques formulées qui portent aussi bien sur le projet d'enseignement que sur la mise en actes (forme de travail adoptée, temps de parole de chaque partenaire, exigences en matière d'apprentissage, etc.).

Tous les formateurs semblent donc adopter des critères d'évaluation institutionnelle semblables. C'est davantage les qualités de communication et de gestion globale de la classe et des comportements (réellement observés ou potentiels) que la qualité des activités proposées qui sont au moins pris en compte. Les critères retenus par les différents formateurs semblent donc relever davantage du domaine médiatif. Toutefois, cette évaluation s'appuie aussi sur une évaluation assez globale de l'atmosphère générale de travail de la classe.

Les formateurs observés inscrivent également leur évaluation dans un projet de formation à moyen terme. Il considère que la mise en œuvre de situations d'apprentissage s'apprend sur un temps assez long et que l'on ne peut demander à un débutant la maîtrise dont pourrait faire preuve un enseignant plus confirmé. Nous retrouvons ici la notion développée par Kuzniak et Houdement (1996) de savoirs inachevés, en cours d'acquisition.

Je reviendrais dans le dernier paragraphe sur les questions soulevées par cette évaluation institutionnelle.

3.1.2. La place accordée à l'auto-analyse dans la conduite des entretiens

Comme je l'ai déjà souligné, il est difficile de mettre en évidence une structure commune aux différents entretiens simulés ou réels analysés. Il semble toutefois apparaître certaines tendances inter comme intra personnelles. Quatre formateurs sur cinq accordent une place importante dans les entretiens (simulés ou réels) à l'auto analyse du stagiaire.

L'analyse de la structure des projets d'entretien[95]de chaque conseiller pédagogique fait apparaître une volonté manifeste de formuler des questions qui sont censées initialiser chez le stagiaire une analyse réflexive sur la manière dont il a conduit ou conçu la séance.

Les entretiens des formateurs[96] s'adaptent aux séances observées et aux interactions avec le stagiaire, ils ne présentent donc pas la même régularité de structure que les entretiens simulés des conseillers pédagogiques.

Il en est de même pour G un des formateurs PIUFM. La structure des entretiens menés par G se caractérise par une imbrication d'épisodes relevant d'une des dimensions précisées dans le paragraphe précédent.

Voici, un découpage en épisodes de l'entretien qui suit la séance de CE_2 et portant sur la partie calcul mental.

[95] Les conseillers pédagogiques devaient rédiger les grandes lignes d'un entretien qu'ils auraient pu avoir avec le professeur stagiaire suite à l'observation de cette séance. Un débat suit cette rédaction et permet de compléter cet écrit.
[96] Les entretiens ont été enregistrés ainsi que la séance qui observée par le formateur et conduite par le stagiaire concerné.

Ligne 1 à 54: auto analyse du stagiaire sollicitée par le PIUFM, celle-ci porte sur des aspects globaux : la "discipline" (les élèves rencontrant des difficultés importantes), le rythme de travail.
Ligne 55 à 76: Le stagiaire, sollicité par le PIUFM, essaie d'analyser les causes de l'agitation perçue à la fin de la séance, il pense que celle-ci est due à un défaut de construction et de mise en œuvre : pour maintenir l'attention des élèves, il faut changer plus souvent d'activités. Le formateur soulève le problème de la forme prise par l'ensemble des activités : « trop collective » à son avis.
Ligne 77 à 84 : le PIUFM semblant s'apercevoir du décalage entre son analyse et celle du stagiaire se livre à une première évaluation: la mise en œuvre de la séance est trop faite sur le mode collectif, il n'y a que des phases de travail individuel ou des phases collectives (lors des corrections notamment.)
Ligne 85 à 100 : Le PIUFM demande au stagiaire d'approfondir sa réflexion en prenant en compte le jugement qu'il vient d'énoncer. Il lui demande de réfléchir à la proportion relative de production écrite et orale des élèves durant la séance.
Ligne 101 à 118 : Le PIUFM évalue un second aspect de la mise en œuvre de la séquence selon lui, celle-ci est et se déroule trop sur le mode oral.
Ligne 119 à 120 : Cette évaluation l'amène à demander au stagiaire d'envisager une autre mise en œuvre possible.
Ligne 121 à 133 : Devant le peu de réponse du stagiaire, le PIUFM souligne à nouveau les deux aspects qui lui semblent les plus négatifs dans ce qu'il a vu : la mise en œuvre trop collective[97] *et utilisant trop le mode oral. Ce dernier jugement porte notamment sur le fait que le stagiaire parle trop (aux élèves) pendant la séance.*
Ligne 134 à 160 : s'appuyant sur ces jugements, G aborde le problème de la gestion des élèves rencontrant de grandes difficultés et donc manifestant un grand décalage de performances par rapport à leurs pairs. Il soulève le problème de la mise en œuvre d'une pédagogie différenciée et demande au stagiaire d'envisager une forme de travail adaptée à celle-ci.
Ligne 161 à 188 : Le stagiaire expose les difficultés rencontrées dans cette mise en œuvre, perçoit bien la nécessité de prévoir un travail de groupe mais ne semble pas convaincu de sa pertinence.
Ligne 189 à 209 : G rappelle l'aspect formateur de l'entretien en soulignant l'intérêt de noter ses remarques puis en imposant cette prise de notes au stagiaire.
Ligne 210 à 212 : dérouté, le stagiaire demande alors à G de reconstruire un scénario possible.
Ligne 213 à 246: G revient sur le quart d'heure de "mise en route" qui a précédé la séance de mathématiques.

[97] G utilise le terme collectif pour décrire un mode de gestion basé sur une alternance entre travail individuel des élèves et phases collectives consacrées à l'explicitation des procédures des élèves, au discours du maître ou à l'énoncé des consignes.

Ligne 247 à 2315 : Sollicité et assisté par G, le stagiaire analyse le contenu de la séance effectuée. G semble exprimer à mots couverts son étonnement sur le choix effectué. Après avoir souligné le milieu d'origine défavorisé des élèves de la classe, il demande au stagiaire de comparer ses exercices avec ceux proposés par le ERMEL, utilisé pour préparer la séance. Cette comparaison amène à une prise de conscience du décalage entre le niveau de difficulté proposé dans les activités de calcul mental du ERMEL et celui des exercices proposés par le stagiaire. G déclare que ces derniers sont trop faciles pour un CE_2 *et souligne le manque d'exigence du stagiaire à propos des procédures mobilisées par les élèves (comptage, surcomptage au lieu de calcul.)*
Ligne 316 à 349 : G évalue négativement à nouveau les choix opérés par le stagiaire lors du calcul mental : nombres trop petits, procédures exigées et exposées trop primitives.
Ligne 350 à 406 : G reconstruit la situation et propose des modifications portant sur les activités observées. Il conduit une analyse a priori des procédures mobilisées par les élèves pour calculer 9 + 6. Cela l'amène à repenser les exercices proposés et leur mise en œuvre.
Ligne 407 à 464 : S'appuyant sur l'utilisation par les maîtres de la classe et par le stagiaire du ERMEL, G montre comment utiliser ce manuel pour préparer les activités de calcul mental, choisir les exercices, utiliser le matériel nécessaire à un travail de groupe (numéricartes.)
Ligne 465 à 541 : G étudie la gestion particulière d'un élève manifestant de grandes difficultés : Anthony. Il souligne à ce propos la nécessité de prévoir des activités adaptées, de ne pas pratiquer d'acharnement pédagogique mais de traiter ces difficultés en petits groupes. Cela rend cohérent sa proposition de mise en œuvre d'une pédagogie différenciée s'appuyant sur un travail de groupe, y compris en calcul mental.
Ligne 542 à 546: G résume les points développés précédemment
Ligne 547 à 553: G ancre son entretien dans le cadre de la formation dispensée à l'IUFM
Ligne 554 à 559: G évalue le rythme de la séance de calcul mental, qualifiée de trop peu scandée.
Ligne 465 à 541 : G resitue ses conseils par rapport à d'autres références : ERMEL, maître formateur, pratiques professionnelles usuelles...

Quatre des cinq formateurs observés accorde donc une importance à la mise en place dans ce type de situations d'une analyse réflexive du stagiaire sur sa propre pratique grâce à un questionnement plutôt dirigé de leur part. Ils semblent partager l'idée que cette auto-analyse rend plus efficace les conseils et remarques qu'ils pourront formuler par la suite à propos de la séance dans la mesure où celles-ci font référence à un début de prise de conscience de manques par le stagiaire. G fait référence explicitement (dans des articles publiés dans des revues éditées par la COPIRELEM) à une conduite d'entretien basée sur des techniques d'explicitation. M formateur spécialisé en mathématique se singularise toutefois sur ce point même si elle laisse la parole au stagiaire de manière significative.

3.2. Des régularités caractéristiques de chaque catégorie professionnelle de formateurs

Au-delà de ses convergences, je relève des régularités qui distinguent nettement l'approche des trois conseillers pédagogiques de celles des deux PIUFM de mathématiques. Ces éléments différenciateurs de pratiques portent essentiellement sur la structure générale de l'entretien et sur les thèmes abordés. Plus précisément, ce ne sont pas les mêmes composantes des pratiques qui sont travaillées par chaque catégorie de formateurs. Je montre dans la suite que les conseillers pédagogiques centrent leurs analyses, remarques et conseils sur la composante médiative des pratiques alors que les PIUFM de mathématiques abordent davantage la composante cognitive.

Pour chaque catégorie, je distingue toutefois des singularisations qui peuvent laisser penser que ces formateurs ne transmettent pas toujours les mêmes règles et les savoirs professionnels. Celles-ci peuvent renvoyer au style du formateur (PIUFM de mathématiques) ou un genre distinguant les formateurs spécialistes de la maternelle de leurs collègues spécialistes de l'école élémentaire (conseillers pédagogiques).

3.2.1. Régularités dans les stratégies de formation des conseillers pédagogiques

Pour analyser les textes recueillis, j'ai adopté un découpage en unité élémentaire. Il s'agit d'une partie de texte ayant un sens en elle-même indépendamment des autres ; elle peut comporter plusieurs mots, une voire deux phrases. J'ai comptabilisé celles qui relèvent des rubriques suivantes : évaluation de la séance proprement dite, questions ou remarques ayant pour but d'engager le professeur stagiaire dans une auto-analyse, apports d'information de la part du formateur, éléments visant à améliorer, compléter ou reconstruire le scénario de la séance (conseils pédagogiques), évaluation, jugements mettant explicitement en jeu des règles ou normes relatives au métier de professeur d'école ou relative à l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire ou plus généralement les représentations du conseiller pédagogique. Une même unité peut évidemment appartenir à plusieurs rubriques.

Les régularités portent sur la structure générale de l'entretien, sur les thèmes abordés centrés sur la composante médiative des pratiques. Le conseiller pédagogique spécialiste de maternelle se distingue toutefois de ses collègues.

Les textes des trois conseillers pédagogiques sont très marqués par la dimension évaluation. Ils comportent une part importante consacrée à l'évaluation de la séance. Les jugements traduisant des normes sont également en nombre important. Ils représentent entre 20% à 40% de leurs écrits. Tous les scénarii d'entretien comportent une partie importante de questions ou remarques destinées à engager le stagiaire dans une auto-analyse. Une analyse qualitative des thèmes abordés lors de ces différentes rubriques va préciser ce premier constat.

Les trois conseillers abordent le décalage entre le projet du stagiaire (apparaissant dans la fiche de préparation) et la mise en œuvre qui en est faite[98]. Ils accordent une attention particulière à la passation de la consigne et à la dévolution de la tâche[99]. La gestion des phases de bilan et d'institutionnalisation est évoquée dans des proportions semblables[100]. Les jugements portés sont dans la plupart des cas négatifs.

L'analyse des textes écrits par les conseillers pédagogiques comme de leur intervention lors du débat qui a suivi cette rédaction montre qu'il semble exister un scénario commun de conduite de l'entretien sur lequel chaque conseiller improvise selon ses conceptions et selon l'analyse faite de la séance. Ce scénario traduit des conceptions

[98] La part de leur écrit accordée à ce décalage varie entre 15% et 20%

[99] La part de leur écrit accordée à la passation de la consigne est respectivement de 13%, 16% et 33%.

[100] La part de leur écrit accordée à l'institutionnalisation varie entre 15% et 25%.

communes sur la conduite d'un entretien mais aussi sur l'élaboration et la mise en actes d'un projet d'enseignement portant sur l'introduction de calculs soustractifs au cours préparatoire. Le schéma ci-dessous restitue ce scénario commun et les improvisations de chacun.

Chaque conseiller pédagogique prévoit des questions (ouvertes pour S, plus précises pour JC) induisant une auto-analyse. Celle-ci doit déboucher sur un constat : les élèves font trop de bruit, ils manquent d'attention. Ce sont des signes d'un dysfonctionnement dû essentiellement à un rendement trop faible (rapport entre le temps d'activité effective des élèves du temps et le temps global de la séance), un manque d'exigence de la part du professeur et à des consignes mal formulées, trop imprécises.

Ce constat implique des changements dans la mise en actes du projet prévu : formuler des consignes plus précises, utiliser davantage et mieux le tableau noir pas assez utilisé comme support de l'énoncé des tâches prescrites par le professeur ou des formulations des élèves

Les conseillers pédagogiques ne remettent pas en cause globalement le projet élaboré par le professeur stagiaire mais certains aspects de sa mise en œuvre.

L'analyse commune semble être la suivante : un dysfonctionnement relevant du médiatif est repéré (inattention croissante des élèves). Celui-ci révèle un dysfonctionnement cognitif (activité mathématique trop pauvre) qui peut être réduit complètement ou en grande partie par une meilleure maîtrise de gestes professionnels relevant essentiellement du médiatif (prescription des tâches, amélioration de la communication grâce à une meilleure utilisation de supports comme le tableau noir, l'ardoise, etc.)

Cette approche semble caractéristique des professeurs d'école. L'aspect médiatif est privilégié dans l'analyse de la séance et donc dans l'entretien. La nécessité d'une consigne précise est claire et affirmée. Elle semble être une des normes communes à ces conseillers. La communication avec des enfants de cet âge impose des contraintes incontournables. La prescription de la tâche doit satisfaire certaines conditions : elle doit être courte (JC), elle doit pouvoir s'écrire (S), elle doit faire l'objet d'une simulation (S, IF.)

Cette centration sur le médiatif, plus exactement ce traitement du cognitif par le recours au médiatif a été confirmé par le travail de recherche de Mangiante (mémoire de DEA de didactique des mathématiques, 2002.) Elle a analysé quatre entretiens conduits par un maître formateur. Elle interprète cette stratégie comme le résultat d'une dynamique interne qui échappe au maître formateur. Abordant lors des entretiens, le cognitif par le biais du médiatif, le maître formateur se trouve prisonnier d'une logique techniciste qui le maintient dans le domaine du médiatif. En effet, celui-ci est amené à souligner les manques relevant du médiatif, à proposer des alternatives et en débattre avec le stagiaire. L'entretien est alors centré sur cette composante au détriment du cognitif.

Cette logique techniciste est également soulignée par Robert A. à propos de professeurs formateurs intervenant dans la formation initiale des professeurs de mathématiques des collèges et lycées.

Dédramatisation de l'entretien ⇄ explicitation de la situation institutionnelle du stagiaire

Retour réflexif sur la séance ⇄ Question sur le vécu :
- des élèves
- du professeur

- Demande d'analyse globale de la séance
- Les objectifs ont-ils été atteints ?

- Demande d'évaluation de la compréhension de la tâche par les élèves
- Les objectifs ont-ils été atteints ?

Amener le stagiaire au constat : le bruit produit par les élèves augmente avec le temps, leur attention diminue

Recherche des *causes de cette évolution* ⇄
* activité trop simple
* *rendement trop faible*
* *manque d'exigence*
* Consignes mal formulées, pas assez précises

- Rythme trop lent

- Pas d'apprentissages nouveaux, pas de connaissances nouvelles introduites

- Manque de rigueur
- Mauvaise prise en compte des erreurs des élèves
- Conception de l'apprentissage : le professeur donne les réponses au lieu de faire construire les connaissances

Comment améliorer la séance et remédier à l'inattention des élèves ?

Des constats pédagogiques, *débouchant sur des conseils* et des propositions d'activités ⇄
* consignes plus précises, *mieux formulées*
* utilisation du « tableau noir »

- une consigne ne peut pas être inventée par les élèves
- gestion du temps
- nécessité d'une institutionnalisation finalisée par une « trace écrite »
- prendre davantage d'information sur les productions des élèves
- réorganisation dans le temps du scénario favorisant :
  - l'anticipation par les élèves et le calcul,

- Une consigne ne peut pas être inventée par les élèves
- améliorer la gestion du temps (accélérer le rythme des activités)

- Changer en partie d'objectif : faire produire des écritures soustractives par les élèves
- Traiter les erreurs

JC | S | IF | Scénario

Cette stratégie vise à transmettre des gestes professionnels jugés indispensables à la conduite d'une séance de mathématiques par ces enseignants experts. Considérant certaines contraintes liées à la communication comme incontournables, ils mettent consciemment ou non, l'accent sur leur prise en compte par les professeurs novices et sur les réponses adéquates à apporter. Ils transmettent ainsi certains modes de fonctionnement et contribuent à les perpétuer. J'ai montré dans la partie précédente que la prise en compte de ces règles de fonctionnement est indispensable pour l'exercice du métier. La maîtrise de ces gestes professionnels s'accompagne de la reproduction au moins partielle du fonctionnement de collègues plus expérimentés.

On peut s'interroger sur les effets d'une stratégie de ce type. Certes, elle permet l'acquisition de gestes professionnels communs à la profession ; il est toutefois possible d'expliquer ainsi l'accent mis par certains professeurs d'école sur la communication indépendamment des contenus enseignés.

3.2.2. Un possible genre spécifique de l'enseignement des mathématiques à l'école maternelle

Le schéma ci-dessus précise les éléments développés plus spécifiquement par un conseiller pédagogique et pouvant le différencier de ses pairs. Il faut interpréter prudemment ses éléments. Un conseiller pédagogique peut considérer qu'un élément est important (par exemple corriger les erreurs des élèves) mais ne pas mettre l'accent dessus lors de l'analyse de la séance ou lors des conseils à donner car cela ne paraît pas constituer une priorité pour l'entretien. Ne pas évoquer un thème particulier n'est pas automatiquement significatif des représentations du professeur. Cela nous renseigne toutefois sur les priorités adoptées dans ce cas précis.

J'ai déjà abordé au chapitre trois la différence de point de vue entre IF, plutôt spécialiste de l'école maternelle et ses deux collègues intervenant plutôt à l'école élémentaire à propos de la pertinence de faire inventer la tâche à prescrire par les élèves. IF pense que la tentative du stagiaire est justifiée mais conduite maladroitement alors que ses deux collègues considèrent qu'elle est vouée à l'échec donc inutile voire dangereuse. IF est également le seul conseiller à faire référence implicitement à des théories de l'apprentissage quand elle porte un jugement :

> *(le stagiaire) ne fait pas construire les apprentissages par les élèves, donne les réponses*

ou encore à propos d'un calcul d'élève :

> *On part de 12, après je suis arrivé à 15, après je suis revenu à 11 ! ... Bon, on aurait pu en déduire ce qui s'était passé après, afin de les faire réfléchir et vraiment construire des démarches d'apprentissage.*

Il met également l'accent à plusieurs reprises sur la correction des erreurs. Ainsi, il signale dans les notes prises lors du visionnement :

> *Attitude face à l'erreur ; pas de correction de la réponse fausse.*

A propos du calcul précédemment évoqué : il précise

> *Alors que là, il donne la réponse, il ne corrige pas, il a un traitement de l'erreur qui est tel que les enfants ne peuvent pas rentrer dans une démarche d'apprentissage.*

Notons toutefois que le traitement de l'erreur est un point qui est également développé par JC. S n'évoque pas ce point mais ne semble pas désapprouver les appréciations de ses collègues. Il doit juger que dans cette séance, ce point n'est pas à soulever en premier.

Il met aussi davantage l'accent sur les bienfaits d'une présentation ludique de l'activité qui permet de rappeler les activités scolaires pratiquées en maternelle.

Le conseiller pédagogique de maternelle se distingue donc de ses collègues par l'énoncé plus affirmatif de normes relatives à la construction des connaissances *« l'enfant doit construire ses connaissances »* (allant jusqu'à l'invention de la consigne), au traitement systématique des erreurs, au rôle de l'aspect ludique des situations, à l'installation d'habitus de travail commun à la maternelle et au CP. Les conseillers pédagogiques intervenant davantage sur le primaire mettent l'accent sur les phases d'institutionnalisation qui doivent se traduire par la production d'un écrit et sur le rendement de l'activité de l'élève.

D'autres indicateurs seraient nécessaires pour trancher la question de l'existence d'un genre caractérisant les pratiques des enseignants de maternelle. Il est difficile de savoir si les singularités manifestées par IF relèvent du genre ou du style personnel. D'autres recherches sont nécessaires. Ces singularités révèlent toutefois des analyses différentes de la pratique observée. Elles témoignent également de choix sensiblement différents en matière de conseils pédagogiques. J'émets aussi l'hypothèse que l'âge des élèves et les apprentissages visés par l'école maternelle déterminent des pratiques différentes chez les professeurs d'école : accompagnement des apprentissages des élèves, travail en petits ateliers, séances de courte durée, etc. Partagées par les professeurs intervenant en maternelle mais souvent ignorées par ceux intervenant dans les cycles 2 et 3, elles constituent de bonnes candidates à la définition d'un genre à part. La question reste posée de savoir si elles relèvent de l'ordre du métier et sont donc des correspondent alors à un système de normes incontournables ou si elles relèvent des deux autres dimensions : i-genre ou e-genre. La réponse à cette question nécessite d'autres travaux combinant une analyse a priori des indicateurs définissant : ordre du métier, i-genre et e-genre dans le cas des enseignants de maternelle, des entretiens avec des enseignants de maternelle et des observations de pratiques effectives.

Cela montre toutefois que la prise en compte de quatre dimensions constitutives des pratiques (ordre du métier, style personnel et les intermédiaires que sont les i-genres et e-genres) est source de nouvelles questions de recherche. De plus, la question de l'existence possible d'un genre spécifique de l'enseignement de maternelle est apparue à propos de l'analyse de difficultés révélatrices d'un manque de maîtrise de gestes et routines professionnels. Une approche conjointe des pratiques : globale (catégorisation) et analytique (gestes et routines) est donc source de questionnement.

<u>3.2.2. Régularités dans les stratégies de formation des PIUFM de mathématiques</u>

Les entretiens des deux PIUFM de mathématiques se distinguent nettement de ceux de leurs collègues par les thèmes abordés qui relèvent davantage du domaine cognitif. Ces deux formateurs se distinguent toutefois sur certains points. G affirme plus nettement que M certaines conceptions pédagogiques qui se traduisent par des activités et formes de travail privilégiées et par une part un peu plus grande part accordée au domaine médiatif et à la maîtrise de certains gestes professionnels.

<u>*3.2.2.1. Premier formateur PIUFM (M)*</u>

L'analyse met en évidence des régularités concernant à la fois la structure et les contenus abordés lors des trois entretiens. Le schéma ci-dessous essaie de traduire ces régularités en terme de structure de l'entretien. Evidemment, celui prend en compte la séance observée. Il porte sur les éléments que le formateur, compte tenu du temps qu'il lui est imparti (vingt à trente minutes) jugent nécessaire d'aborder. Le formateur semble mettre en œuvre une stratégie identique tout en prenant en compte les particularités observées.

L'évaluation du projet d'enseignement à moyen terme du stagiaire : une partie de l'entretien est consacrée à vérifier le projet d'enseignement du stagiaire, le formateur analyse rapidement les fiches de préparation, demande si besoin des informations supplémentaires et émet des conseils, fait des propositions d'activités complémentaires. Les épisodes concernés représentent entre 5% et 14% de l'entretien. L'analyse est plus détaillée et plus longue quand le formateur évalue plutôt négativement la programmation du stagiaire. C'est le cas dans l'entretien n°3 ; le formateur accompagne son évaluation d'arguments la justifiant, de conseils et de propositions d'activités nouvelles. L'étude du projet du stagiaire correspond à deux objectifs : un objectif institutionnel (vérification du travail effectué, respect des programmes, etc.) et un but de formation (jugements argumentés et accompagnés de conseils.). Elle est souvent accompagnée d'une évaluation globale (institutionnelle) de l'activité du professeur durant le stage en responsabilité.

L'étude du projet du stagiaire est un moment où le formateur explicitent certains choix personnels : manuels scolaires conseillés, ingénieries privilégiées, situations de référence, etc. Ainsi, à propos de l'introduction des décimaux, M signale dans l'entretien n°3 :

> *On reparlera de ça... Moi, je conseille d'introduire les nombres décimaux en partant des fractions... En partant d'exercices de ce genre... donc je donnerai une progression sur le sujet, etc.*

A propos des manuels scolaires, il indique dans l'entretien n°2 :

> *Moi, je conseille plutôt Nouvel Objectif Calcul ou bien Diagonale*[101].

Des entretiens qui portent essentiellement sur le cognitif : l'essentiel de l'entretien porte sur la séance observée. Une grande régularité apparaît dans les propos de ce formateur et ce malgré la diversité des contenus mathématiques en jeu et les personnalités assez différentes des stagiaires observés.

Contrairement aux conseillers pédagogiques, les entretiens portent essentiellement sur le domaine cognitif (environ 70% de l'entretien.) L'analyse comme les conseils prodigués concernent très majoritairement l'activité effective ou potentielle des élèves et les mathématiques qui leurs sont proposées. Les épisodes centrés sur des questions médiatives représentent environ 24% de l'entretien global. Les épisodes portant davantage sur le domaine institutionnel représentent entre 11% et 15%.

Les contenus abordés par M dépendent toutefois de la séance observée. Une part importante de l'entretien a trait aux connaissances susceptibles de fonctionner dans les situations proposées aux élèves. L'analyse de M est essentiellement basée sur une analyse a priori de la situation comme en témoigne cette remarque faite au stagiaire:

> *cette situation, je la connais bien*

Les difficultés et performances des élèves semblent plutôt être évoquées pour renforcer, confirmer les analyses a priori.

---

[101] Il s'agit de deux collections de manuels scolaires, la première est éditée par Hatier, la seconde par Nathan. Leurs auteurs appartiennent à la communauté des chercheurs en didactique des mathématiques ou en sont très proches

Selon les entretiens, l'analyse de l'activité potentielle ou effective des élèves concerne entre 40 et 50% de l'entretien. Cette analyse débouche sur une évaluation plutôt négative de certains aspects de la situation et sur des conseils et propositions visant à l'améliorer. Ainsi, M dans l'entretien n°1 souligne notamment la nécessité d'enrichir l'activité mathématique en posant de vrais problèmes aux élèves dépassant des tâches de simple exécution. Le formateur relève et corrige des expressions mathématiques maladroites voire même erronées dans l'entretien n°3 (définition erronée de fractions équivalentes.) Il propose de privilégier un autre type de procédure de construction des pièces du tangram dans l'entretien n°2.

M évoque le choix des valeurs des variables de la situation (28 % des épisodes de l'entretien n°1, 18% de ceux de l'entretien n°2) quand celles-ci lui semblent inadaptées. De même, il souligne la nécessité d'institutionnaliser plus nettement certaines notions. Ce point est abordé dans 15% des épisodes de l'entretien n°2, 24% de ceux de l'entretien n°1 et 40% de ceux de l'entretien n°3. Un part importante de l'entretien est donc consacrée à l'étude des itinéraires cognitifs proposés aux élèves : choix des situations, gestion des variables, connaissances institutionnalisées.

Le domaine médiatif est systématiquement abordé dans un quart des épisodes de chaque entretien environ. Cela concerne l'étayage auprès des élèves en difficulté (15% de l'entretien n°2), certains gestes professionnels relatifs à la gestion des erreurs et des phases de bilan, et d'institutionnalisation (21% de l'entretien n°2 et n°3), et la gestion des comportements difficiles des élèves (respectivement 24 %, 21% et 9% des entretiens n°1, 2 et 3). Ce dernier point est davantage traité lors des deux premiers entretiens car les stagiaires semblent éprouver certaines difficultés à ce sujet.

Dans deux entretiens sur trois, le formateur est amené à évoquer d'autres situations de formation (cours en centre à l'IUFM, rédaction du mémoire, etc.).

M développe donc un discours portant essentiellement sur la composante cognitive des pratiques observées. La composante médiative des pratiques observées est abordée dans une moindre mesure et semble traitée par le biais du cognitif. Les composantes institutionnelle et surtout personnelle sont très peu traitées. Le formateur prend peu en compte ces deux aspects. Le charisme du stagiaire est évoqué dans les deux premiers entretiens avec beaucoup de prudence.

- Demande d'informations sur les notions mathématiques enseignées par le stagiaire durant le stage,
- Vérification du projet d'enseignement du stagiaire pendant le stage : notions enseignées, scénarii prévus.
- Consultation des préparations et demande d'informations complémentaires si besoin.
- But : situer la séance dans une progression à court ou moyen terme

Evaluation institutionnelle : appréciation globale positive de la gestion de la classe par le formateur (discipline, communication avec les élèves, attitude des élèves, etc.)
Sauf entretien n°2 : appréciation donnée à la fin

- Evaluation de ce projet
- conseils et propositions de modification sur des aspects jugés insuffisants
- Explicitation éventuelle de choix du formateur : manuels scolaires conseillés, présentations des notions privilégiées et organisation de celle-ci accompagnée de propositions d'activités complémentaires

Analyse de la séance

Mise en évidence des points jugés négatifs de la séance par le formateur. Evaluation argumentée et accompagnée plus ou moins explicitement de conseils et propositions visant à remédier à ces manques.
L'essentiel du discours du formateur porte sur le cognitif. Selon les cas, les éléments relevés portent sur :
- les erreurs mathématiques du stagiaire (repérage exhaustif)
- les connaissances fonctionnant ou censées fonctionner dans les situations proposées aux élèves
- les difficultés rencontrées par les élèves
- les procédures à privilégier, les erreurs à prendre en compte
- les institutionnalisations à effectuer
- le choix des variables des situations

Selon les cas quelques remarques négatives et conseils portant sur le médiatif :
- Gestes professionnels : gestion des phases de bilan pas assez collective, institutionnalisations pas assez marquées, aide plus individualisée pour certains élèves en difficulté importante
- si besoin, remarques prudentes et peu développées sur les difficultés éventuelles de gestion des comportements difficiles des élèves (bruit, inattention, etc.)

3.2.2.1. Second formateur (G)

J'ai déjà évoqué la structure des entretiens menés par G. Les dimensions d'observation, de construction, d'évaluation, de formation y sont imbriquées. Dans plusieurs épisodes, le formateur analyse les activités observées, les gestes professionnels mis en œuvre et formule des propositions visant à améliorer les situations. Ces analyses concernent les deux dimensions cognitive et médiative. Lors de certains épisodes, G fait expliciter des représentations du stagiaire sur les mathématiques, leur enseignement et le public élève concerné. C'est davantage la composante personnelle des pratiques du stagiaire qui est convoquée.

Le schéma ci-dessous décrit la structure générale des entretiens. Il faut préciser cette description par une analyse quantitative et qualitative des contenus abordés dans chaque cas.

Les deux séances observées portant sur des contenus différents, l'entretien prend en compte cette différence. J'ai analysé dans le second chapitre de cette quatrième partie les gestes professionnels mis en œuvre par le stagiaire conduisant la première séance. J'ai mis en évidence à cette occasion la difficulté des professeurs débutants pour gérer simultanément et en actes plusieurs variables didactiques. L'analyse et les conseils prodigués par G rejoint implicitement cette analyse. En effet, il conteste le choix des valeurs des variables numériques comme la forme de travail adoptée. Ses adaptations portent sur cet ensemble de choix. La seconde séance se caractérise par un dédoublement[102] de la situation proposée : d'une part, traitement d'un problème mathématique par une partie des élèves (assembler six carrées obtenus par empreinte pour reproduire un cube ; d'autre part, traitement d'un problème technologique : construction d'un patron avec languettes par empreinte et reproduction du solide correspondant par l'autre partie des élèves. L'entretien va donc porter sur ce dédoublement, sur des causes possibles et sur la gestion de ce type de problème. G adapte donc son questionnement pour faire comprendre ce phénomène au stagiaire et propose un mode de traitement possible.

L'analyse quantitative des parts respectives de l'entretien accordées à chaque thème permet de mieux cerner la stratégie de G. Comme pour M, l'essentiel de l'entretien porte sur la séance observée.

Des entretiens portant majoritairement sur le cognitif mais traitant largement du médiatif : une régularité apparaît dans les thèmes développés malgré la diversité des situations en jeu. Si le domaine cognitif est celui qui est majoritairement abordé (respectivement 55% et 71% des premier et second entretiens), le domaine médiatif est très présent (53% et 47%) comme le traitement des gestes professionnels mis en œuvre dans chaque cas (42% et 36%).

Les contenus abordés dépendent évidemment de la séance observée, toutefois l'analyse des connaissances devant ou fonctionnant effectivement dans la situation est importante dans les deux cas. La différence entre la tâche attendue et la tâche effectivement réalisée dans le cas de la séance de CP portant sur la construction d'un cube renforce cet aspect. Comme M, G semble conduire ses analyses comme construire ses conseils en comparant analyse a priori de la situation et analyse a posteriori de celle-ci. Le choix des valeurs des variables de la situation est un élément très abordé dans les entretiens (43% et 68% des épisodes l'abordent). L'institutionnalisation apparaît dans 15% environ des épisodes (proportion analogue à celle repérée pour M.)

[102] le terme de dédoublement renvoie ici aux travaux de Comiti, Grenier et Margolinas

Dimension institutionnelle

- Situation institutionnelle du stagiaire dans l'école (contraintes et ressources spécifiques)
- Rappel de contraintes institutionnelles plus générales : curricula, horaires, etc.
- Positions institutionnelles relatives du couple stagiaire-formateur, par exemple : le formateur demande au stagiaire de prendre des notes lors de l'entretien résumant les thèmes abordés, les remarques effectuées, les conseils apportés
- Evaluation institutionnelle du stagiaire par le formateur portant essentiellement sur du médiatif : « la classe tourne.»

Auto-analyse plus ou moins incitée par un jeu de questions/réponses du formateur

- Portant plutôt sur la composante médiative des pratiques :
  - constat portant sur le degré d'implication des élèves dans les activités mathématiques proposées ou prévues mesuré à partir d'indices de surface relevant du médiatif (volume sonore du bruit produit par les élèves, degré d'écoute, d'attention, etc.)
  - gestes professionnels mis en œuvre : gestion du temps, gestion des phases collectives de synthèse, traitement du comportement ou des difficultés spécifiques d'élèves particuliers (élèves très agités ou en grande difficulté)
- Portant plutôt sur la composante cognitive des pratiques (en réponse à une demande du formateur):
  - précisions sur les connaissances mathématiques visées, sur les tâches attendues, les tâches prescrites par le stagiaire
  - essais d'analyse a priori de procédures, erreurs et performances d'élèves.

Evaluation formative par le formateur de la séance observée, conseils prodigués.

- Concernant plutôt la composante cognitive :
  - analyse des connaissances fonctionnant effectivement dans la situation
  - décalage éventuel avec les connaissances prévues
  - erreur mathématique éventuelle
  - connaissances et procédures à institutionnaliser
  - choix des variables de la situation : variables numériques, matériel, forme de travail (le travail en groupe est privilégié ainsi que des institutionnalisations locales par petits groupes)
- Concernant davantage la composante médiative :
  - la forme de travail est toujours trop collective
  - trop peu d'écrit et trop d'oral
  - temps de parole occupé par le professeur trop important
  - l'enseignant n'est pas assez disponible pour les élèves en difficulté
  - gestion des phases de synthèse et de bilan
  - gestion du temps : répartition entre les différents modes de travail proposés.
- Sur chaque point : propositions visant à améliorer la situation

Dimension personnelle

Incité par le formateur, le stagiaire est amené à expliciter certaines de ses conceptions sur l'enseignement des notions mathématiques en jeu dans les situations observées et sur l'histoire de ces conceptions. Ce questionnement est initialisé par une demande de justification des choix effectués lors de l'élaboration du projet

- simplification des problèmes posés
- ressources pédagogiques privilégiées
- imitation des pratiques de collègues expérimentés.

Le domaine médiatif est nettement plus présent dans les analyses de G que dans celle de M. Cela semble dû à plusieurs facteurs. D'une part, G met davantage l'accent sur les gestes professionnels mis en œuvre (temps de parole, gestion du décor de la situation, gestion simultanée des variables de la situation, gestion des phases de synthèse, gestion des élèves particuliers notamment). D'autre part, G explicite davantage les normes qui sous-tendent ses jugements et ses propositions d'activités. Ainsi juge-t-il plus négativement les modes de travail mis en œuvre (trop collectif, trop oral, trop peu de recherches individuelles, absence de travail en groupe). Il semble privilégier un mode de scénario : travail en petits groupes, rédaction écrite de bilan, occasion d'institutionnalisations locales par petits groupes en vue d'une synthèse et institutionnalisation collective traitement en particulier (individualisé ou par petits groupes) des élèves en difficulté importante.

G développe donc un discours majoritairement basé sur l'analyse du domaine cognitif mais réservant une part importante également au médiatif. Ce dernier domaine étant toutefois abordé en lien avec le premier. La mise en place de situation d'auto-analyse l'amène à accorder une part plus importante à l'explicitation des représentations du stagiaire (composante personnelle). L'étude de la gestion des comportements est peu présente compte tenu de l'aisance en ce domaine des stagiaires observés.

3.2.2.3. Comparaison des stratégies de formation mise en œuvre par les deux formateurs PIUFM, spécialistes de la discipline, régularités

Les deux formateurs font majoritairement porté leur analyse sur le domaine cognitif (respectivement 72 et 61% en moyenne du discours de chaque formateur). Ce résultat s'explique très certainement par la spécialisation de cette catégorie de formateurs. Ayant reçu tous les deux, une formation universitaire en mathématiques jusqu'à la maîtrise (au moins), ayant enseigné les mathématiques et ayant bénéficié d'une formation en didactique des mathématiques, ils privilégient cette entrée. L'entrée par l'analyse des connaissances mathématiques fonctionnant ou censées fonctionner dans la situation est pour eux incontournable et première. Cet aspect est toutefois plus marqué chez le premier formateur (M).

3.3. Conclusion

J'ai essayé de caractériser, grâce à l'analyse d'entretiens réels ou simulés, des stratégies de formation mises en œuvre par des formateurs de deux catégories différentes intervenant dans la formation initiale des professeurs d'école.

Des différences apparaissent tant dans l'analyse des séances d'enseignement que dans les conseils pédagogiques à apporter aux stagiaires concernés. Ces différences rejoignent les résultats d'autres recherches (Mangiante C., 2002.)

Dans chaque cas, les formateurs des différentes catégories explicitent ce qu'ils jugent être des manques relatifs soit à l'élaboration du projet d'enseignement, soit à sa mise en actes. Le regard qu'ils portent sur ces manques, les hypothèses qu'ils émettent sur les facteurs qui les produit comme les conseils pédagogiques qu'ils formulent à cette occasion diffèrent. Cette différence porte essentiellement sur les parts qu'ils accordent respectivement au cognitif et au médiatif dans les analyses qui sous-tendent leurs propos.

Les deux catégories de formateurs semblent partager les mêmes normes institutionnelles relatives à l'évaluation globale des pratiques d'un enseignant novice. Par contre, les analyses et conseils des deux catégories de formateurs se distinguent nettement.

Les conseillers pédagogiques privilégient des indicateurs relevant de la composante médiative des pratiques observées. Ils centrent leur analyse sur le processus de dévolution et plus particulièrement sur la prescription des tâches. Ils perçoivent certes que le projet du stagiaire comporte des manques, notamment relatifs à l'analyse précise des objectifs assignés à la séance. Mais, ils attribuent une part importante des difficultés rencontrées à un manque de précision dans la formulation des tâches prescrites. Ils abordent le cognitif par l'intermédiaire du médiatif. Les gestes professionnels les plus évoqués sont relatifs à la prescription de la tâche et à la gestion du temps.

Les professeurs de mathématiques en IUFM regardent autrement la situation. C'est le domaine cognitif qui est privilégié. Le médiatif est certes présent mais dans une moindre mesure. Les gestes professionnels les plus évoqués sont ceux qui ont trait à la régulation en actes des variables de la situation.

Il est possible de distinguer au-delà de ces régularités, des singularisations.

Ainsi, le conseiller pédagogique, spécialiste de la maternelle se distingue-t-il assez nettement de ces deux collègues à propos des gestes professionnels participant du processus de dévolution. Les deux PIUFM se distinguent l'un de l'autre par la part accordée au traitement du médiatif et des gestes professionnels. Pour ces derniers, La question se pose de savoir si ces différences relèvent davantage du style que du genre. L'échantillon observé est trop faible pour conclure sur ce point.

Un écart significatif existe chez tous les formateurs de notre étude entre l'évaluation institutionnelle et l'évaluation formative. Ce constat soulève une première question. L'exigence minimale attendue par les formateurs et portant essentiellement sur le médiatif contribue-t-elle à renforcer ce manque d'exigence en matière d'enseignement de contenus particulièrement visible dans les pratiques des professeurs d'école de REP ? Ce manque d'exigence est-il le résultat d'un cumul de facteurs : inexpérience de débutants, contraintes liées aux publics de REP, évaluation institutionnelle ambiguë. Je reviens sur ce point dans la quatrième partie.

VII. CONCLUSION

J'ai essayé dans cette partie de contribuer à l'analyse des pratiques effectives des professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP. Comme indiqué en introduction, mon but est de mieux comprendre les mécanismes de production des difficultés chez les élèves scolarisés dans des écoles de ZEP/REP. Il s'agit ici non seulement de restituer le fonctionnement des pratiques observées mais d'en dégager des effets potentiels. Je cherche moins à rendre compte de l'exacte réalité des phénomènes observés[103] dans leur complexité qu'à décrire et analyser des phénomènes susceptibles de provoquer de la différenciation.

La catégorisation des pratiques observées, résultat d'un travail d'équipe permet de préciser les contraintes qui pèsent sur ces enseignants, les réponses communes apportées et les modes d'investissement des marges de manœuvres qui leur restent.

La démarche adoptée est inductive, j'ai utilisé les résultats de recherches précédentes centrées sur les élèves pour analyser les pratiques des enseignants. Celles-ci font apparaître des difficultés persistantes, résistantes, rendant difficile toute intervention visant à les dépasser. Perrin-Glorian (1992) met ainsi en évidence des caractéristiques d'élèves en difficulté qui limitent considérablement les effets d'ingénieries construites par des chercheurs[104]. Le professeur et ses élèves sont prisonniers de cercles vicieux se caractérisant par une baisse des exigences et contribuant à maintenir, voire renforcer les difficultés des élèves. Les recherches que j'ai menées avec Pézard confirment et affinent ces résultats.

Les résultats exposés dans cette troisième partie contribuent à préciser et mieux comprendre ce processus en caractérisant les contraintes auxquelles les enseignants sont assujettis. Elles mettent en évidence des contradictions dans les pratiques de ces professeurs d'école de ZEP/REP. L'observation et l'analyse d'une dizaine de professeurs d'école, titulaires ou débutants menées par notre équipe permettent de définir cinq contradictions présentes dans les pratiques de tous ces maîtres.

Certaines de ces contradictions renvoient directement à des spécificités sociologiques manifestées par les élèves. C'est le cas notamment de la contradiction entre socialisation des élèves et apprentissages disciplinaires.

D'autres contradictions renvoient à des caractéristiques cognitives et comportementales. Il s'agit de la contradiction entre le temps des élèves et temps des apprentissages ; ce temps des apprentissages étant mesuré en prenant comme référence des classes standards. Les élèves de ces classes de ZEP interviennent plus fortement sur la gestion du temps, contrariant ainsi les apprentissages prévus par le professeur.

D'autres enfin, peuvent être expliquées à la fois par des caractéristiques d'élèves et par des injonctions de l'institution. Il en est ainsi de la contradiction repérée entre individuel, public et collectif. C'est également le cas de la contradiction existant entre une logique de projet visant à motiver les élèves et à les réconcilier avec l'école et une logique d'apprentissages disciplinaires.

Au-delà de ces régularités formulées en terme de contradictions, j'ai cherché à caractériser les modes d'investissement des marges de manœuvre possibles des enseignants observés. Mon but est de mieux comprendre les effets potentiels de ces pratiques sur les apprentissages des élèves. J'admets en effet l'hypothèse qu'au-delà des contraintes, les choix

[103] J'ai toutefois éprouvé le besoin de préciser mes analyses, d'apporter des éléments détaillés validant les résultats.

[104] selon une organisation inspirée de la théorie des situations ou de la dialectique outil-objet

des enseignants, même limités, peuvent avoir un effet sur les apprentissages de leurs élèves. Le travail de catégorisation des pratiques observées me permet ainsi de préciser les mathématiques potentiellement fréquentées par les élèves. Cette méthodologie permet d'émettre des hypothèses sur d'éventuels effets des pratiques enseignantes sur les apprentissages des élèves. Pour les valider, il est indispensable de dépasser l'analyse des mathématiques potentiellement fréquentées par les élèves et de mettre en perspective pratiques enseignantes et mathématiques effectivement fréquentées par les élèves. Des recherches sur ce thème sont amorcées dans le cadre d'un réseau de chercheurs issus de disciplines différentes[105].

Cette catégorisation prend en compte la double dimension de l'activité du professeur d'école : instruire et éduquer (cf. seconde partie et premier chapitre de cette quatrième partie). J'ai ainsi défini trois i(instruction)-genre et quatre e(éducation)-genre.

Un i-genre[106] est largement majoritaire et regroupe débutants et professeurs plus anciens. Il se caractérise notamment par une individualisation des enseignements. Les scénarii mis en œuvre présentent très peu de phases de synthèse et d'institutionnalisation ; ils sont organisés autour de tâches algorithmisées qui s'accompagnent d'une baisse des exigences relatives à l'acquisition de notions mathématiques censées fonctionner. Cet i-genre constitue une réponse cohérente aux difficultés cognitives et comportementales manifestées par les élèves. Il répond aussi à des injonctions institutionnelles. En effet, il se caractérise par la mise en place d'une forme de pédagogie différenciée, par des projets pluridisciplinaires impliquant divers partenariats, thèmes très souvent privilégiés par les institutions organisant et /ou régulant l'enseignement en ZEP/REP.

Des e(education)-genres permettent de préciser cet i-genre. Les observations effectuées par Peltier-Barbier et Ngono montrent que ceux-ci semblent déterminés par une conception des mathématiques et de l'école plutôt majoritaire chez les maîtres ayant déjà quelques années d'ancienneté. L'école est un lieu de vie et d'échanges ou un lieu d'acquisition d'une certaine autonomie. Là encore, ces conceptions rejoignent des thèmes véhiculés par l'institution. Elles semblent trouver un écho favorable chez des enseignants issus des classes moyennes. Il en est de même de la prise en compte de l'élève en tant qu'individu ; celle-ci se traduit souvent par une individualisation de l'enseignement dispensé.

Cet i-genre majoritaire est une réponse à une contradiction particulièrement sensible dans les écoles de ZEP : celle existant entre l'engagement des élèves dans l'activité mathématique proposée par le professeur et le contrôle de ce dernier sur leurs productions. Cette contradiction est une source plausible de différenciation.

Un i-genre, très minoritaire se distingue des autres par une approche collective des apprentissages et par des scénarii très proches de ceux exposés en formation initiale (des problèmes suffisamment complexes pour provoquer des apprentissages décontextualisés, des recherches individuelles consistantes et des phases de synthèse et d'institutionnalisation). Il ne comporte qu'un seul enseignant, débutant, nommé en ZEP/REP à l'issue de l'IUFM et ayant suivi des études de mathématiques jusqu'à la licence. Celui-ci ne réduit pas systématiquement ces exigences.

La distinction entre les différentes contraintes auxquelles sont soumis les professeurs d'école que suscite la prise en compte d'un ordre du métier a permis d'adapter la notion de genre empruntée à Clot à l'analyse des pratiques des professeurs d'école.

---

[105] dans le cadre du réseau de recherche RESEIDA

[106] Il s'agit du i-genre 2 regroupant 7 des 10 professeurs observés

J'ai montré que chaque i-genre s'accompagne de la maîtrise de gestes et routines professionnels. Ces notions apportent des informations supplémentaires sur l'organisation des pratiques dans la mesure ou elles permettent de comprendre comment les stratégies des enseignants se contextualisent au quotidien.

J'ai pu aussi constater que les professeurs débutants s'inscrivent rapidement dans un genre. Différentes institutions semblent jouer un rôle important dans cette inscription. En particulier, les échanges entre collègues de l'école, ou du REP la favorisent.

Les résultats de cette recherche questionnent donc la formation des pratiques. D'autres travaux apportent des éléments de réponses.

L'analyse de difficultés rencontrées par des professeurs novices met également en évidence des tensions dans les pratiques de ces maîtres encore non stabilisées. Ces tensions révèlent des compromis en actes entre différentes contraintes.

L'analyse des stratégies de formateurs de différentes catégories professionnelles mises en œuvre lors de situation d'analyse de pratiques effectives de professeurs novices peut expliquer ces tensions.

C'est le cas notamment de certaines dérives pouvant accompagner la dévolution d'une activité comme l'invention de la consigne. Cela renvoie à une conception de l'élève et de l'enseignement qui n'est pas sans rappeler une caractéristique manifestée par les professeurs d'école enseignant en REP inscrits dans le i-genre majoritaire. L'élève doit être motivé et heureux en classe. Des gestes professionnels contribuent à cet état, l'invention fréquente de la consigne en est un.

C'est aussi le cas de l'explicitation systématique des procédures susceptibles d'être mises en œuvre par les élèves. Ce geste correspond à une conception des mathématiques et de leur enseignement relayée en partie par des discours institutionnels. Les formateurs de mathématiques mettent l'accent sur la diversité des procédures susceptibles d'être mises en œuvre par les élèves pour deux raisons essentielles. C'est un moyen de prévenir une modalité d'enseignement des mathématiques trop dogmatique se réduisant souvent à l'explicitation d'une seule procédure, démarche ou stratégie ; celle qui est institutionnalisée par le professeur. La connaissance de cette diversité est aussi une condition à la prise en compte de l'hétérogénéité des élèves et donc à la mise en place d'une pédagogie différenciée.

Les professeurs novices interprètent ce discours de manière souvent caricaturale. Toutes les procédures se valent au début de l'apprentissage, sont donc licites et doivent pouvoir perdurer dans la classe. Cela peut permettre aux élèves en grande difficulté de continuer à participer aux différentes activités mathématiques proposées à leurs pairs. Cette pratique n'est pas sans risque pour les apprentissages des élèves, tout particulièrement pour ceux des élèves en difficulté. En effet, ces élèves n'ont pas toujours les moyens de décider seuls et sans l'aide du professeur si une procédure est plus économique qu'une autre. Si la procédure experte doit être privilégiée au détriment de procédures plus primitives. Le plus souvent, ils ne la reconnaissent pas. Cette apparente prise en compte de la diversité des élèves et de leurs productions peut renforcer les difficultés des élèves qui mobilisent le plus souvent et le plus durablement les procédures les moins expertes.

Je fais l'hypothèse que cette pratique est une autre source de différenciation car elle demande à l'élève une compétence supplémentaire : identifier la procédure à privilégier. Cela suppose qu'il ait déjà conscience des enjeux didactiques de la situation et ait pressenti les apprentissages visés. Les bons élèves en sont sans doute capables, c'est justement cette compétence qui fait défaut aux élèves en difficulté.

Cette dérive peut être favorisée par les conceptions mathématiques des professeurs. Trop souvent en échec dans cette discipline, ils peuvent avoir tendance à laisser perdurer des procédures qui croient avoir mises en œuvre ou auraient aimé avoir mises en œuvre dans leur passé d'élèves. De plus, ils n'ont pas toujours les connaissances mathématiques nécessaires pour faire un choix ou pour prévoir les scénarii adaptés favorisant une évolution des procédures primitives vers des procédures plus expertes. Les connaissances mathématiques du professeur du i-genre 3 lui permettent cette improvision en actes (cf. chapitre 3).

Pour établir les divers résultats résumés dans cette conclusion, j'ai adopté une méthodologie croisant différentes approches, ciblant différents publics et s'appuyant sur des éléments empruntés à divers cadres théoriques. C'est ce croisement qui permet de mieux cerner les pratiques enseignantes et des conditions de leur formation.

Ces divers constats ouvrent des pistes pour la formation que je développe dans la quatrième partie, conclusion de cette note de synthèse.

QUATRIEME PARTIE : QUESTIONS DE FORMATION

I. INTRODUCTION

Les diverses recherches que j'ai menées et les travaux de rationalisation de pratiques de formation des professeurs des écoles que j'ai réalisés (Butlen 1994b, Butlen 1996) débouchent sur de nouvelles questions de recherche. Ils permettent également de dégager des pistes de réflexion pour la formation. C'est l'objet de cette quatrième partie.

Ces pistes et ces questions de recherche portant sur la formation découlent des travaux menés sur les pratiques des professeurs novices et celles de professeurs débutants enseignant les mathématiques en REP.

J'analyse différentes dialectiques pouvant être mises en œuvre en formation initiale : dialectique entre les différents types de savoirs transmis, dialectique entre les différentes stratégies de formation, dialectique entre les différentes dimensions intervenant dans la constitution du métier (ordre, i-genre et e-genre.) Quatre hypothèses sont à l'origine de cette réflexion : prendre en compte la complexité des pratiques et permettre des recompositions, associer davantage apports disciplinaires et pratique de la classe, proposer des alternatives cognitives, prendre en compte l'organisation des pratiques. Je dégage également à cette occasion des organisations possibles de la formation en mathématiques des professeurs des écoles.

J'évoque enfin certains éléments pouvant contribuer à mieux préparer les professeurs des écoles novices ou débutants à enseigner les mathématiques en REP.

Ces principes et ébauches de scénarii de formation peuvent servir de pistes pour construire des ingénieries de formation susceptibles de limiter les difficultés des professeurs novices, d'améliorer l'efficacité des pratiques enseignantes, tant du point de vue de l'économie du professeur que de celui des apprentissages des élèves et enfin d'intervenir éventuellement sur certaines pratiques existantes.

Compte tenu des résultats de recherches ayant trait aux pratiques enseignantes et à leur formation dont nous disposons actuellement, il me semble important de construire, expérimenter et évaluer les effets d'ingénieries de formation. Le but est de dépasser le stade actuel du diagnostic des pratiques pour envisager des dispositifs permettant d'agir sur leur formation et leur développement. Ces ingénieries devraient permettre également de mieux comprendre les pratiques enseignantes et leur formation.

II. DU DIAGNOSTIC A L'EXPERIMENTATION DE SCENARII DE FORMATION, DES PISTES POUR LA FORMATION ET LA RECHERCHE SUR LA FORMATION

Que peuvent apporter à la formation initiale en mathématiques des professeurs des écoles les travaux sur les pratiques ?

1. Une formation initiale présentant des manques

Les résultats exposés dans la partie précédente font apparaître des manques en matière de formation initiale des professeurs d'école en mathématiques. Ces manques portent à la fois sur la préparation des professeurs d'école à l'enseignement des mathématiques en général et de l'enseignement de cette discipline en milieux défavorisés en particulier.

1.1 Une appréciation nuancée de la formation, un malaise[107] partagé par les professeurs novices et débutants

Ce constat rejoint les travaux de Nadot (2000) sur l'appréciation portée par les professeurs d'école débutants et novices sur la formation qu'ils ont reçue. Ils rejoignent l'appréciation formulée par Portugais[108] (1999) sur la manière dont les futurs professeurs d'école apprécient une formation de didactique des mathématiques.

Les appréciations formulées par les professeurs débutants enseignant en REP sont significatives de ces manques. Il faut toutefois se garder de généraliser ces appréciations et d'en tirer des conclusions trop rapides. Les différentes recherches sur le public des professeurs stagiaires montrent qu'il leur est très difficile d'évaluer leur formation. De plus, il s'avère très difficile d'évaluer l'impact d'une telle formation sur les pratiques effectives.

L'analyse des témoignages recueillis auprès des professeurs d'école débutants fait cependant apparaître des manques en formation. La formation initiale ne semble pas les avoir préparés à enseigner en milieu difficile. Au-delà de la nécessité d'apporter une réponse collective aux contraintes spécifiques des ZEP/REP, l'importance qu'ils accordent au travail en équipe, « vital » selon leurs dires, vise en partie à combler ces manques. Ce sont sans doute des facteurs d'intégration importants qui expliquent en partie la rapidité d'inscription des professeurs des écoles débutants dans les catégories de pratiques que nous avons définies.

La formation initiale comporte une information sur les REP qui, selon les déclarations de professeurs débutants interrogés[109], ne semble pas répondre à leurs besoins immédiats. En particulier, ils déclarent ne pas avoir assez d'éléments leur permettant d'évaluer les connaissances et compétences des élèves de REP. Ils se déclarent plutôt démunis pour traiter les problèmes spécifiques de gestion de classe (violence, inhibition.) Globalement, la formation ne les prépare pas à enseigner dans ces milieux difficiles mais a été conçue pour les classes "ordinaires."».

Par contre, la formation semble leur avoir été utile en terme de bibliographie, d'utilisation autonome des différentes ressources pédagogiques. Le professeur du i-genre 3 a appris à prendre du recul par rapport à ses pratiques et à mener une analyse réflexive de son

[107] J'emprunte ce terme à l'ouvrage de Blanchard-laville et Nadot
[108] In Actes de la 10e école d'été de didactiques des mathématiques, Houlgate
[109] Voir Butlen, Peltier-Barbier, Pézard et al (2002b)

activité. Il a d'autre part bénéficié d'une aide importante lors de la première année d'exercice de la part d'un conseiller pédagogique de circonscription.

L'analyse de ces témoignages fait apparaître des manques partagés par tous les professeurs mais elle montre aussi des effets différenciés, confirmés semble-t-il par les faits. Le professeur du i-genre 3 semble avoir davantage apprécié la teneur générale de la formation suivie à l'IUFM que ses deux collègues du i-genre 2. Cette initialisation semble avoir eu pour effet, lors de la recherche, une écoute et une prise en compte plus rapide des propositions des chercheurs (mise en place de bilans de savoirs, affichages mathématiques, etc.) Les professeurs de CP déclarent toutefois s'être réconciliés avec les mathématiques en formation initiale.

1.2. Une organisation de la formation initiale en mathématiques encore trop cloisonnée

Selon l'analyse de témoignages recueillis de professeurs débutants, l'organisation de la formation initiale ne permet pas d'établir des liens suffisants entre les différents types de savoirs : mathématiques, didactiques et professionnels dispensés. Les différentes stratégies de formation mises en œuvre par les différentes catégories professionnelles de formateurs semblent rentrer en tension, en concurrence et parfois même se révéler contradictoires. Les savoirs relatifs aux composantes identifiées comme participant de la formation des pratiques ne semblent pas être abordés de manière assez cohérente. Ces manques sont liés à l'organisation de la formation comme aux choix effectués par les différentes catégories de formateurs.

J'ai ainsi mis en évidence une différence importante existant entre les formateurs ayant un passé de professeurs d'école (maîtres formateurs ou de conseillers pédagogiques de circonscription) et les formateurs spécialistes de la discipline. Cette différence porte sur la composante prioritairement convoquée dans les analyses de pratiques effectives de professeurs stagiaires. Les premiers privilégient la composante médiative alors que les seconds se centrent davantage sur la composante cognitive. Ce résultat rejoint les conclusions des travaux de Masselot (2000) et Vergnes (2000) qui soulignent les faiblesses d'une formation trop centrée sur le cognitif.

Afin de compléter ce premier diagnostic, je reviens ci-dessous sur la structure générale de la formation en mathématiques des professeurs d'école afin d'en analyser des effets éventuels de cette organisation sur les pratiques de ces enseignants.

La formation actuelle se caractérise par une organisation qui prend en compte des contraintes institutionnelles fortes.

1.2.1. Une première contrainte institutionnelle ayant des répercussions sur le domaine cognitif: la préparation en première année du concours.

Cette contrainte découle d'une harmonisation des concours de recrutement, accompagnant une harmonisation des statuts professionnels des différents corps de professeurs (écoles, collèges et lycées.) Cette préparation vise en mathématiques une réorganisation des connaissances finalisée par des objectifs professionnels et une première sensibilisation consistante aux problèmes de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire. La solution adoptée actuellement est une préparation au concours qui couple l'apprentissage de savoirs mathématiques et l'apprentissage de savoirs didactiques. Ces derniers étant le résultat d'une transposition à des fins professionnelles de savoirs issus de la recherche et de savoirs pédagogiques issus de l'expérience professionnelle collective des formateurs et professeurs d'école experts.

Les concepts didactiques travaillés en formation initiale ont fait l'objet de la part des formateurs d'une transformation en vue de les rendre efficaces comme outils d'enseignement et non comme outils de recherches.

1.2.2 Une seconde contrainte institutionnelle : transmettre en seconde année des savoirs professionnels liés à l'exercice effectif de la classe

Cette contrainte impose une présence conséquente, sur le terrain des stratégies de formation adaptées : aide pendant les stages en responsabilité, interrogation de modèles d'enseignants pendant les stages de pratique accompagnée. Le stagiaire observe des représentants d'un genre donné, le questionne et peut être amené à reproduire, du moins en partie, les pratiques en question. Les savoirs privilégiés dans ce deuxième temps sont donc plutôt des savoirs professionnels, pragmatiques. La composante médiative occupe alors une place importante, voire déterminante.

La prise en compte de ces deux contraintes incontournables se traduit par des stratégies de formation adaptées, des poids différents accordés aux divers savoirs comme aux diverses composantes des pratiques selon les moments.

1.2.3. Des poids différents accordés aux différents savoirs transmis selon les moments de la formation

En particulier, la formation actuelle comporte deux années assez différentes. La formation de première année se caractérise donc plutôt par un enseignement en centre de savoirs mathématiques et didactiques censés initialiser une formation professionnelle. Cette formation ne comporte que peu de contact avec les classes effectives (au plus deux à trois semaines d'observation.). Elle est sanctionnée par un concours, elle essentiellement assurée par des formateurs spécialistes d'une discipline. Les savoirs et les stratégies mises en œuvre ont été analysés en détail par Kuzniak (1995), Houdement (1995) et Peltier-Barbier (1996.) Il s'agit de stratégies essentiellement basées sur des situations d'homologie, de transposition, et des apports d'informations sur les savoirs évoqués ci-dessus. La préparation au concours impose la fréquentation de ces savoirs à travers des exercices d'application, voire une certaine forme de « bachotage. »

Le but poursuivi est d'une part de réorganiser et de compléter les connaissances mathématiques des futurs maîtres en vue de leur enseignement à l'école, d'autre part d'initialiser une présentation d'itinéraires cognitifs d'élèves, de scénarii possibles et de situations d'enseignement qui les accompagnent. Il s'agit également d'entraîner le futur professeur stagiaire à l'analyse de tâches susceptibles d'être proposées dans l'enseignement du premier degré. Les savoirs didactiques introduits sont finalisés par les différentes activités qui découlent de ces choix. Les savoirs mathématiques sont réorganisés en fonction.

Cette organisation repose sur deux conjectures. Il est possible d'initialiser une formation professionnelle par une formation en centre privilégiant sur la composante cognitive. Une réorganisation et complétion des savoirs mathématiques des futurs maîtres ne peuvent être efficaces que si elles sont finalisées professionnellement et donc associées à la présentation de savoirs didactiques et pédagogiques. Ces deux points découlent de constats relevant de l'expérience collective des formateurs de mathématiques[110].

Ces savoirs sont censés prendre du sens dans l'analyse de documents, de protocoles de séances ou de productions d'élèves présentés sous une forme épurée. L'aspect médiatif n'est

[110] Il est possible d'avoir accès à des traces de cette mémoire collective notamment en consultant les documents produits par la COPIRELEM

pas absent de cette étude mais il n'est pas abordé en situation. Le professeur stagiaire est rarement en contact à cette étape de la formation avec de vrais élèves.

La seconde année de formation (deuxième étage) se caractérise par des choix différents. On peut distinguer une formation en centre centrée sur la composante cognitive ayant pour but de compléter la formation précédente. Elle intègre des savoirs mathématiques, didactiques et professionnels censés permettre aux stagiaires d'élaborer leurs projets d'enseignement et initialiser une analyse réflexive sur leurs propres pratiques. J'inclus dans cette formation la rédaction du mémoire professionnel[111]. Cette formation se caractérise par des stratégies de monstration, d'homologie et de transposition. Les formateurs peuvent évidemment privilégier un type de stratégie.

Dans le même temps, les professeurs stagiaires effectuent des stages de deux types : des stages de pratiques accompagnées et des stages en responsabilité. Les premiers sont l'occasion d'observer un maître expert (un maître formateur), de l'interroger et de conduire des séances en sa présence. Ces séances sont l'objet d'un questionnement. Ce type de formation fait donc une part importante à l'imitation, à la reproduction de modèles que le stagiaire peut interroger. Cette une forme de compagnonnage.

J'ai déjà évoqué le déroulement des stages en responsabilité et des visites des formateurs (partie 3). J'ai montré sur une étude de cas que les stratégies mises en œuvre par les formateurs différaient selon les catégories professionnelles. Les maîtres formateurs et les conseillers pédagogiques privilégient la composante médiative alors que les PIUFM de mathématiques privilégient la composante cognitive. J'ai également montré que ces formateurs se rejoignent sur les critères d'une évaluation institutionnelle. Compte tenu du poids des formateurs de terrain dans l'évaluation comme dans les conseils prodigués, il est raisonnable de penser que la composante médiative peut l'emporter sur la composante cognitive dans la formation sous forme de stage.

La seconde année de cette formation se caractérise donc par une formation comportant deux volets qui peuvent être source en tension. On distingue une formation en centre et des stages. La première privilégie l'acquisition de savoirs mathématiques et didactiques, faisant écho à la formation dispensée en première année, organisée prioritairement autour de la composante cognitive et articulant des situations de monstration, d'homologie et de transposition de savoirs didactiques et pédagogiques. Les stages constituent une formation « terrain » qui privilégient des stratégies de monstration et de compagnonnage, centrée sur la composante médiative et sur l'acquisition de savoirs professionnels, de gestes.

1.2.4. Des passerelles insuffisantes

Des passerelles existent entre ces deux volets de la formation lors des visites de stages en responsabilité et de la rédaction du mémoire professionnelle. Certaines formations locales prévoient aussi des situations particulières d'analyse de pratiques professionnelles. Le poids de la formation « terrain » risque en seconde année d'occulter, au moins provisoirement, la formation en centre souvent qualifiée de théorique et de trop éloignée des réalités scolaires par les formés.

Mon étude ne vise pas à établir une hiérarchie entre une formation terrain et une formation en centre. Il s'agit d'envisager des situations permettant de les mettre davantage en synergie. Il me semble que ce manque de passerelles risque d'amener les stagiaires à privilégier la formation terrain et donc le domaine médiatif au détriment du domaine cognitif.

[111] Les professeurs stagiaires doivent rédiger un mémoire (soumis à évaluation) qui doit développer une problématique sur un sujet d'enseignement impliquant une analyse de pratiques et un vécu professionnel.

Cette dernière leur donne des réponses immédiates à certaines difficultés. Ce divorce peut également se traduire par la reproduction rapide des genres rencontrés et rendre d'autant plus difficiles des changements futurs de pratiques.

Développons maintenant certaines pistes permettant de mettre en place ces passerelles. Le terme de passerelle n'est d'ailleurs pas le plus adapté. Il s'agit davantage de repenser l'ensemble de la formation autour de plusieurs dialectiques : dialectiques entre différents savoirs à acquérir, entre différentes stratégies de formation, entre médiatif et cognitif, entre genres et style personnel.

2. Des pistes de recherche relatives à la formation initiale et continue des professeurs des écoles en mathématiques

Il me semble nécessaire actuellement, compte tenu du développement de la recherche sur les pratiques professionnelles des professeurs d'école enseignant les mathématiques, de dépasser l'étape du diagnostic pour intervenir sur la formation des pratiques elles-mêmes. Ce type de recherche a deux objectifs : construire des situations permettant de mieux comprendre les pratiques en agissant sur leur formation, intervenir à moyen terme sur les pratiques existantes en s'appuyant sur les professeurs novices. Il s'agit donc de transformer pour comprendre. Des recherches visant à construire, expérimenter et évaluer des scénarii de formation permettraient en effet d'étudier les conditions de cette intervention et d'en mesurer les effets. Ces recherches auraient pour but de répondre à plusieurs questions : étudier les conditions de formation des pratiques professionnelles en mathématiques, améliorer cette formation en limitant certaines difficultés rencontrées par les professeurs novices et combler certains manques repérés en vue de favoriser les apprentissages des élèves.

Dans la suite, je dégage certaines hypothèses de recherche pouvant contribuer à initialiser certains de ces travaux.

Enonçons quatre hypothèses fortement dépendantes les unes des autres susceptibles de mieux adapter la formation à l'enseignement des mathématiques en ZEP/REP. Je proposerai ensuite des formes d'interventions et des dispositifs adaptés à ces objectifs de formation.

Ces hypothèses et propositions s'inscrivent dans une réflexion initialisée par des travaux sur le micro-enseignement (Altet et Britten, 1983, Crahay 1979), sur l'usage de la vidéo en formation (Mottet, 1997) mais aussi sur les travaux actuellement développés sur « la pratique réflexive » (Perrenoud, 2001). Il s'agit de permettre aux futurs professeurs de mettre en œuvre, dans des conditions suffisamment privilégiées, des projets d'enseignement limités dans le temps et de prendre conscience des difficultés rencontrées grâce à un retour réflexif sur leur propre pratique s'appuyant sur un dispositif audiovisuel. Par une « réflexion sur l'action », il s'agit de favoriser l'appropriation de savoirs qui fonctionnent dans l'action (Schön, 1994) mais qui ne sont pas forcément explicitables pas ceux qui les maîtrisent. Nous optons ainsi pour l'approche de Schön (1987) qui privilégie la réflexion sur l'action pour faire évoluer les pratiques.

Il s'agit également de faire le lien entre différents types de savoirs fréquentés en formation initiale : didactiques, disciplinaires, psychologiques ou professionnels (Kuzniak, Houdement, 1996). La notion de savoirs de l'action ou de savoirs professionnels recoupe en partie ce que Pastré (1999, 2002) désigne sous le terme de concepts pragmatiques

Cette réflexion rejoint pour une part les travaux de Tochon (1993) sur l'appropriation en formation initiale par des professeurs novices, de savoirs relevant de l'expertise.

Je retiens également des travaux de Perrenoud (1994) l'idée d'explorer deux voies pour intervenir sur les pratiques professionnelles : analyser et interpréter l'action pédagogique et enrichir les matériaux mis à la disposition de l'enseignant pour élaborer son projet d'enseignement.

2.1. Quatre hypothèses pour la formation initiale et continue des professeurs d'école en mathématiques

2.1.1 Prendre en compte la complexité des pratiques et permettre des recompositions

Il s'agit de compléter une formation qui cherche d'abord à agir sur les stratégies des enseignants en aidant le futur enseignant à gérer la mise en actes de son projet. La maîtrise de la gestion d'une séance s'appuie sur des connaissances relevant de la discipline enseignée et de la didactique de cette discipline. Cette maîtrise concerne également le discours du professeur et ses actes, les interactions dans la classe, les médiations (dévolution des tâches, discours d'accompagnement, modalités d'aides, etc.). Une trop grande centration sur la composante cognitive peut limiter les possibilités de recomposition de la part des professeurs d'école. La prise en compte de différents aspects liés aux autres composantes des pratiques pourrait au contraire faciliter cette recomposition.

2.1.2 Une formation alliant mieux apports théoriques et pratique de la classe

La recomposition évoquée ci-dessus nécessite une alternance entre apports théoriques et moments de pratique en classe. Comme nous l'avons vu ci-dessus, la formation initiale française propose des apports théoriques sous forme de cours à l'IUFM et comporte également des stages de différents types. Je fais l'hypothèse que des situations spécifiques, centrées sur l'analyse réflexive de pratiques professionnelles effectives pourraient contribuer à mettre en synergie ces différentes modalités de formation.

2.1.3 Proposer des alternatives cognitives

La formation française actuelle des professeurs d'école privilégie souvent certaines stratégies d'enseignement. Elle présente des situations, souvent inspirées par des ingénieries issues de la recherche, susceptibles de provoquer de meilleurs apprentissages. Toutefois, ces situations sont le plus souvent pensées en vue d'un enseignement à un public standard. Les professeurs d'école observés demandent des alternatives cognitives adaptées au public de ZEP/REP. Il nous paraît important d'aider les futurs enseignants à adapter ces situations.

2.1.4 Prendre en compte la complexité de l'organisation des pratiques

La complexité de l'activité du professeur peut être restituée en considérant différents niveaux d'organisation : gestes professionnels, routines, stratégies et genres. Je fais l'hypothèse qu'une prise en compte de ces différents niveaux d'organisation dans la formation en accroîtra les effets. Notamment, une intervention spécifique sur le fonctionnement des routines existantes (formation continue) ou en cours de constitution (formation initiale) pourrait constituer un levier efficace pour intervenir sur les pratiques des professeurs d'école.

Une intervention ciblant des routines porte sur un moment limité de l'activité du professeur. Elle interroge toutefois la stratégie globale de celui-ci, les choix effectués et donc plus généralement le genre. Le formateur peut ainsi proposer des alternatives locales, donner les moyens d'une mise en actes de nouveaux choix ne remettant pas immédiatement en cause l'ensemble des pratiques. Ces changements peuvent être perçus comme localement cohérents. Ils sont suffisamment limités pour ne pas impliquer une déstabilisation trop grande et donc provoquer un rejet global.

Ces quatre hypothèses nous conduisent à envisager différentes formes d'intervention qui complètent celles existant déjà dans le système de formation français. Elles pourraient concourir à la constitution d'un dispositif de formation mieux intégré. Ces formes d'intervention ont déjà été en partie expérimentées mais elles n'ont pas encore fait l'objet de résultats de recherche permettant de les évaluer.

Une première piste réside dans l'installation d'une dialectique entre les différents types de savoirs transmis par la formation initiale

2.2. Dialectique entre savoirs mathématiques, savoirs didactiques et savoirs de mise en oeuvre pédagogique

La distinction entre savoirs mathématiques, savoirs didactiques et savoirs professionnels (Kuzniak, Houdement, 1996) est intéressante dans la mesure où elle est associée à plusieurs types de stratégies et de situations de formation. Cette classification correspond toutefois à des recherches en didactique des mathématiques qui ne rendent pas suffisamment compte de l'existence de savoirs pragmatiques et des gestes et routines professionnelles. Il me semble nécessaire de revenir sur ces différents types de savoirs et de les resituer par rapport aux composantes cognitive et médiative des pratiques.

Il me semble important de développer l'idée en germe dans les travaux de Kuzniak et Houdement (1996) d'intégration de ces différents types de savoirs. Voici ce qu'ils exposent à ce sujet :

> *l'objet principal des centres de formation est la transmission aux étudiants d'un savoir pragmatique « utile » qui constituera le savoir privé de l'étudiant. Ce savoir personnel intègre une recomposition des trois savoirs (mathématiques, didactiques et pédagogiques).*

L'emploi des termes « savoir personnel » ou « savoirs pragmatiques » montre l'intérêt d'une analyse faisant intervenir les composantes cognitive, médiative et personnelle des pratiques. Reprenant l'hypothèse que cette recomposition, finalisée professionnellement, est à la fois personnelle et collective, il s'agit donc d'analyser les transformations entre des savoirs initiaux non professionnels collectifs (mathématiques, didactiques) et des savoirs professionnels et personnalisés. Il s'agit aussi d'analyser les conditions de ces transformations, en particulier, comment s'articule la recomposition de ces savoirs et les dimensions constitutives des pratiques (ordre, genres et style.) Quel rôle joue le développement du style personnel dans ces transformations ? Quelle place accordée à une présentation des caractéristiques des différents genres repérés à ce jour ?

Une autre direction de recherche revient à étudier les rapports entre ces savoirs, leurs modes d'acquisition et les situations de formation associées. Existe-t-il des situations plutôt associées à un type de savoirs ? Quelles sont les situations qui favorisent les recompositions ? Les situations d'homologie et de transpositions semblent davantage associées aux savoirs mathématiques et didactiques et donc à la composante cognitive. Les situations d'analyse de pratiques sont davantage associées aux savoirs pragmatiques et professionnels et donc à la composante médiative. C'est la conjonction des cinq stratégies de formation repérées (homologie, transposition, monstration, compagnonnage et analyse réflexive) qui favorise la recomposition et les transformations de savoirs nécessaires. La formation initiale actuelle laisse pour une grande part cette recomposition à la charge du professeur novice. Il semble nécessaire de prévoir des moments dans la formation où ces recompositions sont spécifiquement travaillées. Cela nécessite, en amont, des situations travaillant sur des objets communs ; le cognitif pourrait assurer cette fonction.

Les ébauches de scénarii que j'ai élaborés dans le cadre des travaux de la COPIRELEM m'amènent également à penser que ces recompositions ne peuvent pas s'organiser linéairement. Il semble exister des moments privilégiés pendant lesquels elles s'accomplissent. Celles-ci ne semblent possibles que si les professeurs novices sont confrontés plusieurs fois aux mêmes difficultés, erreurs et maladresses. La question se pose de savoir dans quelle mesure, une organisation de la formation doit prendre en compte ces « étages » et ces « boucles ».

2.2.1. Transformations et recomposition dialectique des savoirs mathématiques, didactiques et professionnels, les acteurs de ces transpositions

Un premier travail consiste à identifier des étapes possibles dans cette recomposition. J'ai déjà souligné une transposition préalable des savoirs didactiques et mathématiques. Ces transformations vont dans une certaine mesure d'ailleurs provoquer des stratégies de formation. Le ministère de l'éducation nationale en précisant les épreuves de recrutement des professeurs a été amené à définir de façon plus ou moins explicite les savoirs à acquérir en formation initiale. Cela a pris deux formes, d'une part une explicitation des savoirs et compétences demandés lors du recrutement de fin de première année. Celle-ci porte essentiellement sur des savoirs mathématiques et didactiques. D'autre part, l'établissement d'un référentiel de compétences professionnelles qui fixent des objectifs à atteindre ou à approcher. Ces compétences définissent indirectement des savoirs professionnels devant être partagés par l'ensemble des agents de l'institution. L'élaboration de ces textes institutionnels reprend pour une part l'expérience construite collectivement par les formateurs, tout en tenant compte d'autres approches et contraintes.

Une analyse plus approfondie de ce point de vue institutionnel que celle que j'ai faite reste encore à faire en terme d'ordre du métier, de genres et style. En particulier, pour mieux comprendre les mécanismes de formation des pratiques, il me paraît important d'affiner la conception institutionnelle de l'ordre du métier que traduisent ces textes et leur évolution. Existe-t-il des changements significatifs dans les attentes de l'institution ? Dans quelle mesure, ils correspondent aux pratiques enseignantes observées, quelle distance existe-t-il entre ces objectifs et la réalité des pratiques ? Sur quelles composantes porte-t-elle ? Quels sont les savoirs associés à ces écarts ?

Revenons sur les transpositions susceptibles d'être faites. Je me suis intéressé (avec d'autres chercheurs) aux transpositions effectuées par les formateurs. Celles-ci portent sur les savoirs mathématiques et sur les savoirs didactiques. Les effets les plus sensibles de la transposition des savoirs mathématiques portent sur leur organisation. Il s'agit pour le formateur de réorganiser ces savoirs en vue de leur enseignement à l'école élémentaire et d'intervenir sur les conceptions du futur enseignant sur la discipline et son enseignement. Une place importante est ainsi donnée dans certains articles et propositions d'activités rédigés par des formateurs à l'étude de l'aspect outil et objet des concepts mathématiques (Butlen, Houdement et Peltier-Barbier 1993).

Les savoirs didactiques font l'objet d'un autre type de transposition de la part des formateurs proches ou engagés dans des recherches en didactiques des mathématiques et des chercheurs[112]. La COPIRELEM a joué et continue de jouer un rôle décisif dans ce travail. J'ai

[112] L'analyse des textes de la COPIRELEM montre la participation de différents acteurs à ce travail de transposition. On note ainsi la participation importante de certains chercheurs en didactique des mathématiques (non formateurs) : Brousseau G., Perrin-Glorian M.J. , Douady R., de formateurs non engagés dans des recherches en didactique mais proche de ce milieu, comme par exemple Péault H. ou Lepoche G. Enfin des acteurs à la fois chercheurs et formateurs ont assuré une certaine cohésion ; il s'agit notamment de Briand J., Butlen D., Houdement C., Kuzniak A., Masselot P., Neyret G., Peltier M.L., Pézard M., Vergnes D., etc. Cette liste n'est évidemment pas exhaustive.

montré que cette transposition, comme toute transposition, change la nature de ces concepts (Butlen 1996b). Cette étude n'est que partielle dans la mesure où elle ne prend pas en compte certains résultats de recherche sur les pratiques professionnelles. Il semble nécessaire de s'interroger sur les formes et les effets d'une transposition abordant ces nouvelles questions. Ces résultats de recherche ne portent plus sur les rapports entre apprentissages des élèves et enseignement mais sur l'enseignant lui-même. L'objet d'étude s'est déplacé de l'élève au maître. La question se pose de savoir si ce déplacement a des effets sur le travail de transposition des savoirs ainsi construits et si les acteurs de cette transposition restent les mêmes.

On peut ainsi envisager, comme le fait Robert (2003) une transposition en deux temps ou deux transpositions. Une première transposition assurée par des chercheurs en didactique viserait à rendre lisibles et à faire partager certains résultats de recherches sur les pratiques aux formateurs. Une seconde transposition, assurée par les formateurs eux-mêmes aurait pour but de permettre leur diffusion auprès des enseignants. Ces deux moments dans le travail de transpositions paraissent nécessaires. Il est possible d'en identifier des traces dans le travail de transposition précédemment évoqué. Ainsi, celui-ci me semble avoir été le résultat d'un double mouvement. Certains didacticiens ont ressenti la nécessité de diffuser leurs travaux afin d'intervenir plus largement sur les apprentissages des élèves. Leur public « naturel » était alors les formateurs d'enseignants. Ceux-ci, à la recherche d'une certaine légitimité, notamment d'un cadre scientifique susceptible de justifier les propos tenus en formation, ont investi ce travail de transposition. Une évolution institutionnelle importante, la création des IUFM a accéléré cette convergence. Une structure originale, la COPIRELEM, issue du tout début de la réforme des mathématiques modernes et de la création des IREM a été un instrument privilégié de cette rencontre.

Cette diffusion de savoirs établis depuis peu n'est pas sans poser de questions déontologiques importantes. La question par exemple se pose de savoir si la diffusion des réponses apportées par les enseignants aux contraintes relevant de l'ordre du métier ne risque pas de figer les pratiques enseignantes, voire de les caricaturer.

2.2.2. Situations et modes d'appropriation des savoirs relatifs à l'ordre du métier

J'ai montré qu'il existe des contraintes très fortes qui appellent des réponses très peu diversifiées. Ces contraintes et ces réponses définissent ce que j'ai nommé l'ordre du métier. Ces contraintes relèvent des quatre composantes cognitive, médiative, sociale et institutionnelle. La prise de conscience des réponses à apporter se fait donc par une recomposition des trois types de savoirs explicités ci-dessus. Elle semble pouvoir se produire à plusieurs occasions : lors de situations de monstration, lors de tentatives de reproduction basées sur l'imitation de modèles effectivement observés (compagnonnage) ou reconstruites à partir d'expériences vécues en tant qu'élève, lors d'apports d'informations.

Des questions se posent immédiatement : comment les professeurs novices s'approprient-ils ces réponses, comment se font ces différentes recompositions ? En particulier est-il nécessaire que le professeur stagiaire se trouve confronté effectivement, en actes, à ces contraintes pour percevoir l'efficacité des réponses élaborées par ses futurs pairs. Dans quelle mesure, doit-il réinventer, reconstruire ces réponses ou doit-il reproduire un modèle ? L'analyse des difficultés rencontrées par les professeurs stagiaires que j'ai synthétisée dans le second chapitre de la partie précédente débouche sur une réponse nuancée. Il semble indispensable pour éviter des déboires inutiles d'informer explicitement le professeur novice sur ces contraintes incontournables et sur les réponses élaborées par les professeurs experts. Cette information peut se faire sous de multiples formes : analyse de protocoles avec des outils issus de la didactique, présentation explicitée dans l'action de pratiques d'experts et essai de reproduction de celles-ci, information (discours) sur les contraintes rencontrées. La recherche menée sur les gestes professionnels des novices montre que ces situations ne suffisent pas ou du moins ne permettent pas d'éviter certaines difficultés.

J'ai déjà évoqué la nécessité de confronter le professeur stagiaire, en actes et à plusieurs reprises à ces contraintes afin qu'il prenne conscience des erreurs et maladresses à éviter. J'ai montré comment certains professeurs novices pouvaient développer une analyse précise, adaptée de ces dernières et les reproduire dans action sans en être conscients (Butlen et Masselot 1997). Des situations adaptées semblent nécessaires pour accélérer cette prise de conscience.

2.3. Ordre, style et genres : l'analyse de pratiques

Afin de ne pas s'engager dans une caricature d'intervention sur les pratiques professionnelles en cours de formation. La question de l'affinement des rapports entre style, ordre et genres se pose. Comment s'élabore le style personnel d'un enseignant, quelle est la part du préconstruit, s'affirme-t-il, se développe-t-il au cours de diverses expériences professionnelles ou bien apparaît-il lors de la formation et des premières années d'exercices ?

Les recherches menées en ergonomie cognitive notamment par Clot et son équipe montrent que le style et le genre entretiennent des rapports dialectiques. La question se pose de savoir comment, dans le cas particulier des pratiques enseignantes, ils se développent l'un par rapport à l'autre de l'autre et comment est initialisée la dialectique évoquée ci-dessus.

Le style se construit-il comme un ensemble de choix cohérents entre les diverses possibilités ouvertes par les genres ? Quelle est la part prise par l'histoire personnelle de l'enseignant dans ce développement ? Quelle fréquentation des différents genres doit être réalisée pour permettre un investissement efficace des marges de manœuvre ainsi libérées (en terme d'économie personnelle de l'enseignant et en termes d'apprentissage des élèves) ?

On bien au contraire le style personnel ne fait-il que se développer au cours des différentes expériences vécues par l'enseignant sur un socle pré construit (histoire de l'individu, conceptions personnelles) ? Le but d'une formation aux pratiques est-il alors de permettre à ce style de se révéler et se développer ?

Ces questions rejoignent plus largement d'autres interrogations relatives à une intervention sur les pratiques stabilisées ou en cours de stabilisation. Une question centrale reste posée. Dans quelle mesure une formation doit (et peut) intervenir pour changer les pratiques existantes ? Tous les genres observés, notamment en REP, se valent-ils ? Une amélioration des apprentissages des élèves issus de milieux défavorisés passe-t-elle par l'émergence d'un genre donné ou le renforcement en nombre d'un genre ? Une formation doit-elle contribuer à reproduire l'ordre du métier ou peut-elle en changer certains aspects ?

Une telle amélioration doit-elle privilégier un enrichissement et un épanouissement du style individuel de l'enseignant ou bien doit-elle mettre l'accent sur une information des différents genres possibles ?

La réponse à ces questions comme aux précédentes est sans doute nuancée et dialectique. La construction d'ingénieries de formation ne peut pas les ignorer car le chercheur doit faire un choix pour initialiser un développement dialectique de ces différents ingrédients.

Les ébauches de scénarii développés ici ne visent pas directement la construction ou le développement d'un style personnel. Par une information, une fréquentation et une exploration à la fois collective et personnelle des réponses apportées par les enseignants aux contraintes auxquelles ils sont soumis, par une information sur ces contraintes, nos scénarii participent de la transmission du genre mais a aussi pour objectif d'intervenir sur les pratiques correspondantes. C'est par une investigation progressive et par une recherche de cohérence des marges de manœuvre ainsi explicitées, reconnues, explorées, que le professeur novice puis débutant se construira peu à peu son style personnel. Cette recherche de cohérence s'inscrit aussi dans l'histoire personnelle de chacun mais cet aspect n'est pas directement travaillé dans nos projets. Ils se distinguent en cela d'autres points de vue sur l'analyse de pratiques.

2.4. Une formation intégrant cinq stratégies de formation

Les travaux de Kuzniak et Houdement (1996) ont mis en évidence trois types de stratégies complémentaires : monstration, homologie et transposition. A côté de ces stratégies de formation en centre, il existe au moins deux autres stratégies possibles : le compagnonnage et l'analyse réflexive de pratiques effectives de stagiaires. Les stages de pratiques accompagnées comme les stages en responsabilité sont des moments privilégiés pour une formation par compagnonnage. La formation actuelle à l'enseignement des mathématiques comporte de situations assez indépendantes, qui se recollent mais ne se recoupent pas toujours : un enseignement didactique en centre pouvant allier monstration, homologie et transposition, une formation plutôt par compagnonnage assurée essentiellement par les maîtres formateurs et une formation se caractérisant par la prise en responsabilité d'une classe à part entière et une confrontation complète avec les contraintes (parfois aggravées) de la profession. Une analyse réflexive du stagiaire sur sa pratique est toutefois institutionnellement prévue ; elle prend la forme de la rédaction du mémoire.

J'ai déjà signalé que l'encadrement de ces différentes situations de formation est souvent assuré par des formateurs de catégories différentes qui ne se retrouvent que pour l'évaluation du stage en responsabilité. Situation où la prise de risques est la plus importante.

Les situations de monstration basée sur le principe de la reprise lors de la formation en centre de l'interrogation d'un modèle d'enseignement jugé pertinent par les formateurs constituent une première passerelle entre la formation en centre et la formation par compagnonnage. Elle permet notamment de faire le lien entre cognitif et médiatif d'une part entre ostension et construction de savoirs d'autre part.

La mise en place d'une deuxième passerelle est depuis plusieurs années tentée par certains formateurs[113] : l'analyse de pratiques effectives de stagiaires. Ce terme recoupe selon les formateurs mais aussi selon les chercheurs différents sens que nous avons dégagés dans la première partie de cette note de synthèse. Je précise ce que j'entends sous ce terme dans la suite.

2.5. Des situations de formation centrées sur l'analyse des pratiques effectives des professeurs novices, quelques principes d'organisation

Pour élaborer ces situations de formation, j'ai fait appel à un double cadre de référence : le micro enseignement (Altet, Britten, 1983) et la « vidéo-formation » (Mottet, 1997) et la didactique des mathématiques.

Il s'agit de situations visant l'acquisition et la construction de routines ou gestes professionnels s'appuyant sur une analyse réflexive de pratiques. Ces situations sont indépendantes des différents types de stages pratiqués durant la formation (stage de pratique accompagnée ou en responsabilité), elles ne font pas l'objet d'une évaluation et sont menées dans le respect de la personnalité de chaque stagiaire.

---

[113] On retrouve dans les actes des colloques organisés par la COPIRELEM, depuis sa création, des articles témoignant régulièrement de ces tentatives. Voir aussi l'ouvrage « la vidéo-formation » dirigé par Mottet (1997)

Des expériences de « vidéo-formation » et de micro enseignement, je retiens plusieurs idées.

Une résolution de problèmes professionnels restreints : tout d'abord, je reprends l'idée de la résolution de problèmes professionnels adaptés aux questions de formation initiale. J'adopte ainsi le principe de confronter le professeur stagiaire à l'exécution de certaines tâches limitées de gestion. Je laisse provisoirement de côté la gestion globale de la classe. Je me suis approprié cette approche en finalisant ces ateliers de pratiques par l'apprentissage de gestes et de routines professionnels. Il ne s'agit pas pour le professeur stagiaire d'assurer l'enseignement de toutes les disciplines pendant plusieurs semaines mais au contraire de se confronter à la réalisation d'activités élémentaires à l'occasion de la mise en œuvre de projets d'enseignement limités dans le temps.

Il s'agira notamment de mettre en œuvre des gestes professionnels et des routines lui permettant de réaliser un projet d'enseignement proche de ceux exposés en formation. Les situations testées visent l'apprentissage d'une notion nouvelle à partir de la résolution d'un problème « consistant ». Le déroulement d'une séance doit comporter des phases de recherche autonome des élèves (individuelle ou collective) et des phases de bilan et synthèse de leurs productions. Ces dernières débouchent sur des institutionnalisations locales ou plus importantes. Des activités de réinvestissement plus ou moins décontextualisées sont également à prévoir et à réaliser. Il s'agit donc de réaliser et de mettre en œuvre une séquence d'enseignement dans un milieu plutôt « protégé » et indépendamment de toute évaluation.

Une analyse réflexive, partagée avec des pairs, basée sur un dispositif audiovisuel : je reprends l'idée d'un retour réflexif sur les pratiques effectives du stagiaire s'appuyant sur un document audiovisuel et une observation précise de l'acte d'enseignement. Pour cela j'adopte une organisation inspirée du micro enseignement mais centrée sur l'analyse d'un enseignement d'un contenu disciplinaire précis. Un groupe de stagiaires doit donc préparer en commun une séquence complète d'enseignement (comportant de trois à quatre séances). Chaque séance est conduite par un des stagiaires, elle est observée par les autres stagiaires et filmée. Un des stagiaires centre son observation sur l'activité du professeur, d'autres observent plus particulièrement un élève ou un groupe d'élèves. Chaque séance fait l'objet d'une analyse en deux temps : une analyse « à chaud » menée avec un ou plusieurs formateurs de statuts différents (spécialiste d'une discipline ou maître formateur) et une analyse différée réalisée avec les mêmes partenaires et s'appuyant sur le document filmé. Ces analyses débouchent sur la préparation de la séance suivante ou sur les adaptations à apporter au scénario élaboré par les stagiaires.

Il s'agit d'analyser les modalités de gestion de certains moments privilégiés, notamment les gestes intervenant dans le processus de dévolution ou d'institutionnalisation.

J'adopte également une approche didactique centrée sur l'enseignement de contenus disciplinaires et s'appuyant sur les principes suivants.

Une situation d'enseignement protégée mais toutefois proche de la réalité scolaire : les professeurs stagiaires doivent assurer des séances d'enseignement dans des classes « ordinaires » de REP qui leur sont prêtées par des professeurs d'école « ordinaires ». On peut également envisager des séances dans des classes de maîtres formateurs appartenant à des écoles situées dans des REP. Il s'agit certes de dégager le professeur stagiaire de certaines charges mais aussi de le plonger dans la réalité quotidienne de ces classes. Le professeur stagiaire gère la totalité des élèves. Le temps consacré à la séance doit rester proche de la durée « standard ».

Un apprentissage de gestes professionnels contextualisés, marqués par des contenus mathématiques : comme je l'ai déjà signalé, l'analyse se fait en prenant en compte les contenus enseignés. Le scénario doit être construit en fonction de ces contenus tout en respectant les contraintes précisées ci-dessus. Les gestes mis en œuvre seront donc marqués par ces contenus.

Une construction précédée par des phases d'observations de gestes et routines professionnelles efficaces : je pense qu'il est indispensable que les professeurs novices puissent observer des exemples de gestes et routines efficaces tant du point de vue des apprentissages des élèves que de celui du confort du maître... Ces routines sont par exemple celles que j'ai décrites dans la partie consacrée à l'analyse plus fine de l'activité du professeur du genre 3. Cette observation doit être accompagnée d'une discussion avec le professeur titulaire concerné et doit être menée, dans la mesure du possible, par un formateur. En effet, ces routines étant semi automatisées et difficilement explicitables, le formateur a pour rôle d'aider à leur formulation.

Des passages obligés : mon expérience montre que le cycle précédent doit être reproduit au moins deux fois. En effet, des stagiaires peuvent se révéler capables d'analyser sur un document audiovisuel des erreurs ou maladresses professionnelles et pourtant, en action, être amenés à les reproduire. L'analyse de la pratique d'un pair ne suffit pas toujours, la réitération d'erreurs peut être parfois indispensable à une réelle prise en compte, dans l'action, des changements de pratiques à effectuer.

Je renvoie le lecteur pour plus d'informations aux articles rédigés en collaboration avec Masselot ou Lepoche.

2.6. Des boucles et des étages organisant des dialectiques entre cognitif et médiatif

J'ai décrit l'organisation en deux années de la formation initiale actuelle. Une intégration des cinq stratégies décrites ci-dessus peut s'organiser dans le temps autour de boucles et d'étages.

Cette organisation est pensée a priori, il reste indispensable de la transformer en scénarii de formation, de les expérimenter et d'en mesurer les effets. Je ne fais qu'exposer des principes d'organisation qui doivent se traduire par une suite de situations. Ce travail d'ingénierie reste pour l'essentiel à faire.

2.6.1. Des étages prenant en compte le concours de recrutement

La formation initiale de mathématiques des professeurs d'école ne peut ignorer l'existence d'un concours de recrutement centré en première année sur des critères disciplinaires et professionnels. Cela impose donc une organisation comprenant plusieurs étages. Un premier étage recoupant pour une large part, la première année de formation reste centrée sur l'acquisition de savoirs mathématiques et didactiques transposés, savoirs prioritairement associés à la composante cognitive. Le médiatif est abordé au travers de l'étude d'itinéraires cognitifs, de scénarii possibles, de certains aspects de leur mise en œuvre.

Un second étage devrait permettre de travailler davantage la composante médiative sans pour autant minorer le cognitif. Il s'agit donc de développer une dialectique entre cognitif et médiatif, initialisée dans un premier temps par une réflexion centrée sur le cognitif puis repensant les questions soulevées par cette première approche dans une optique médiative. La mise en relation d'une part de situations de compagnonnage et des situations d'analyse de pratiques décrites précédemment devrait y contribuer. Les situations de monstration s'inscrivant dans cette dialectique et permettant de faire le lien avec des situations complémentaires de type homologie ou transposition.

2.6.2. L'exemple de l'apprentissage de modes de gestion des variables d'une situation

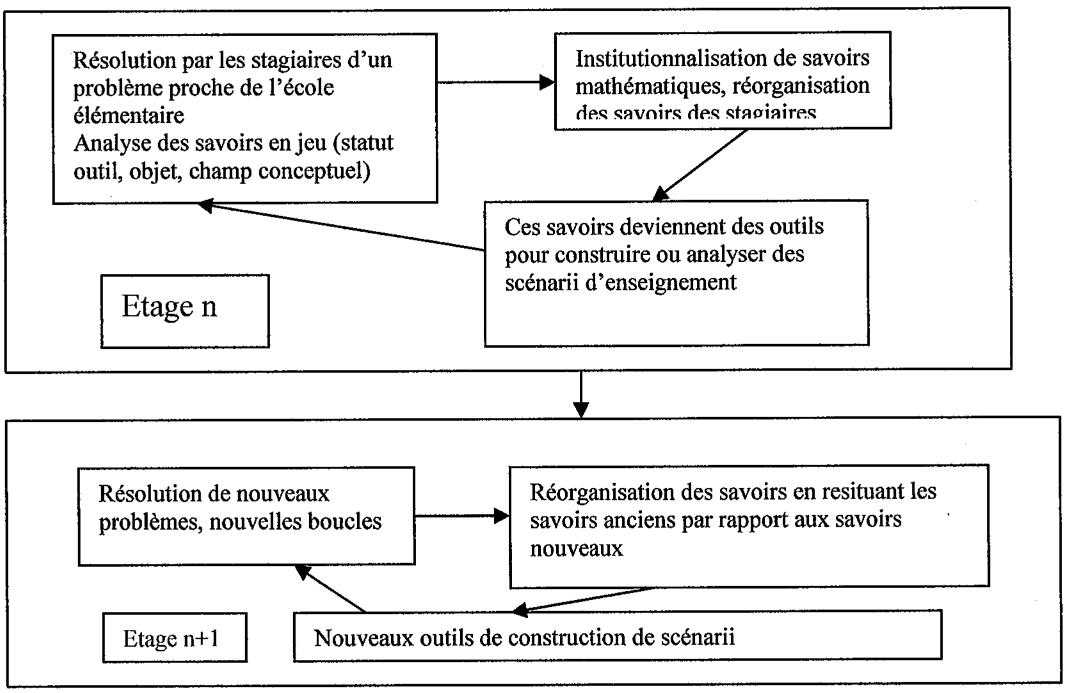
Prenons l'exemple de la gestion des variables didactiques. Cette question peut être abordée à partir de l'étude de protocoles, la construction, la mise en œuvre et l'analyse de séquences d'enseignement devraient permettre dans un second temps de travailler les gestes professionnels associés à la gestion effective, en temps réel et simultanément de ces variables. Ces expériences pourraient ensuite permettre au novice d'interroger les réponses apportées au quotidien par des enseignants experts. Si nécessaire, une réitération de ce schéma permettrait un retour sur la question posée, sur les gestes professionnels susceptibles d'être mobilisés et sur les maladresses. Il pourrait alors repenser les diverses réponses associées aux différents genres existants et élaborer ainsi une réponse personnelle.

2.6.3. Des boucles et des étages intermédiaires possibles

Il est ainsi possible d'envisager plusieurs boucles, elles peuvent concerner un type de situations de formation et leur organisation, des passerelles entre les différentes stratégies de formation associées, entre les composantes en jeu dans les activités précédemment citées.

Des dialectiques entre les organisations des savoirs reconnues par diverses institutions (dont la communauté des mathématiciens) et l'organisation dans le temps des savoirs chez l'élève d'une part, entre explicitation, exploration comparative de caractéristiques relevant de l'ordre, des genres et le développement du style personnel d'autre part semblent être à la base du fonctionnement de ces boucles et de leurs organisations.

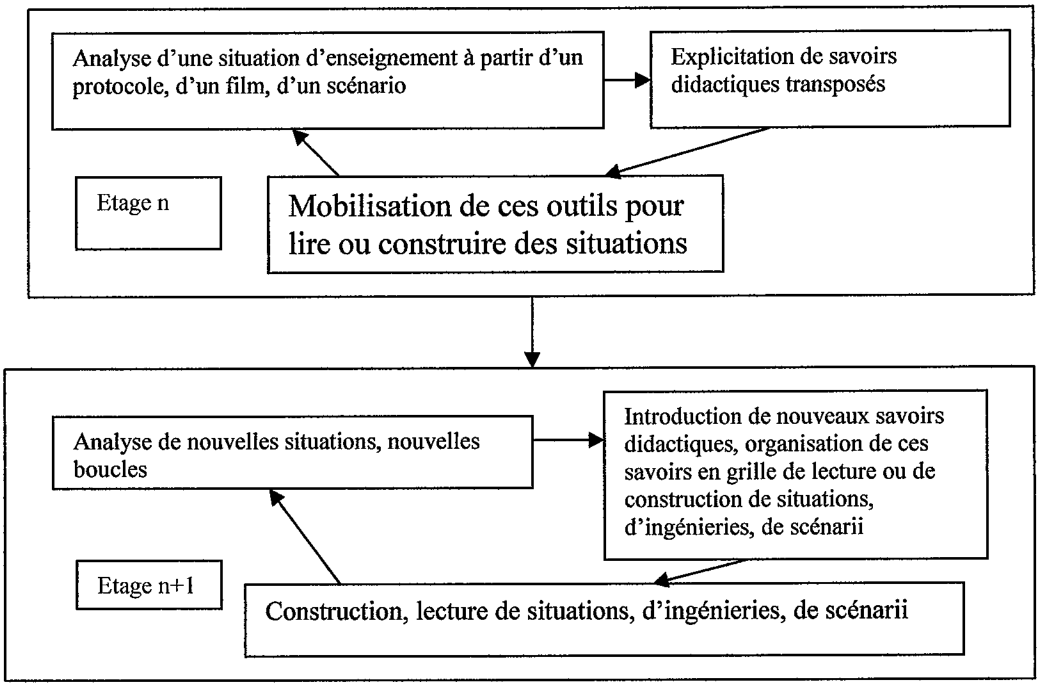
On peut ainsi distinguer des boucles (ré) organisant les connaissances mathématiques des stagiaires mobilisant des situations d'homologie. Ces boucles et étages sont organisés en vue d'une explicitation de l'organisation mathématique des savoirs en jeu.



On peut de même concevoir des boucles organisant ou réorganisant de savoirs didactiques (transposés). Le passage d'un étage à un autre correspond à une réorganisation de ces savoirs didactiques introduits successivement comme grilles de lecture et de construction de situations, d'ingénieries ou plus simplement de scénarii d'enseignement proposés par exemple par les manuels scolaires.

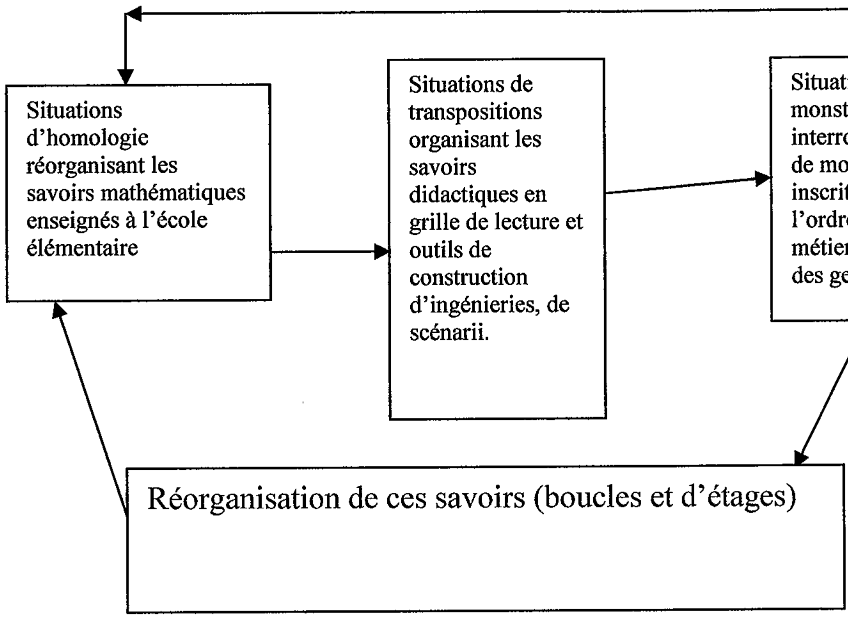
Il est possible d'envisager plusieurs situations bouclant sur l'acquisition d'un ou de plusieurs savoirs donnés. (voir ci-dessous)

Des boucles et étages du même type peuvent être envisagés pour les situations de monstration.



Ces savoirs didactiques (transposés) et mathématiques s'organisent pour structurer la composante cognitive des pratiques effectives des professeurs d'école. Cette organisation progressive comporte elle-même des étages et des boucles. Cette organisation étant finalisée par l'enseignement à des élèves de l'école élémentaire, sa structure correspond à une dialectique entre les différentes organisations du savoirs (celles de l'élève et celles reconnues par diverses institutions dont la communauté des mathématiciens).

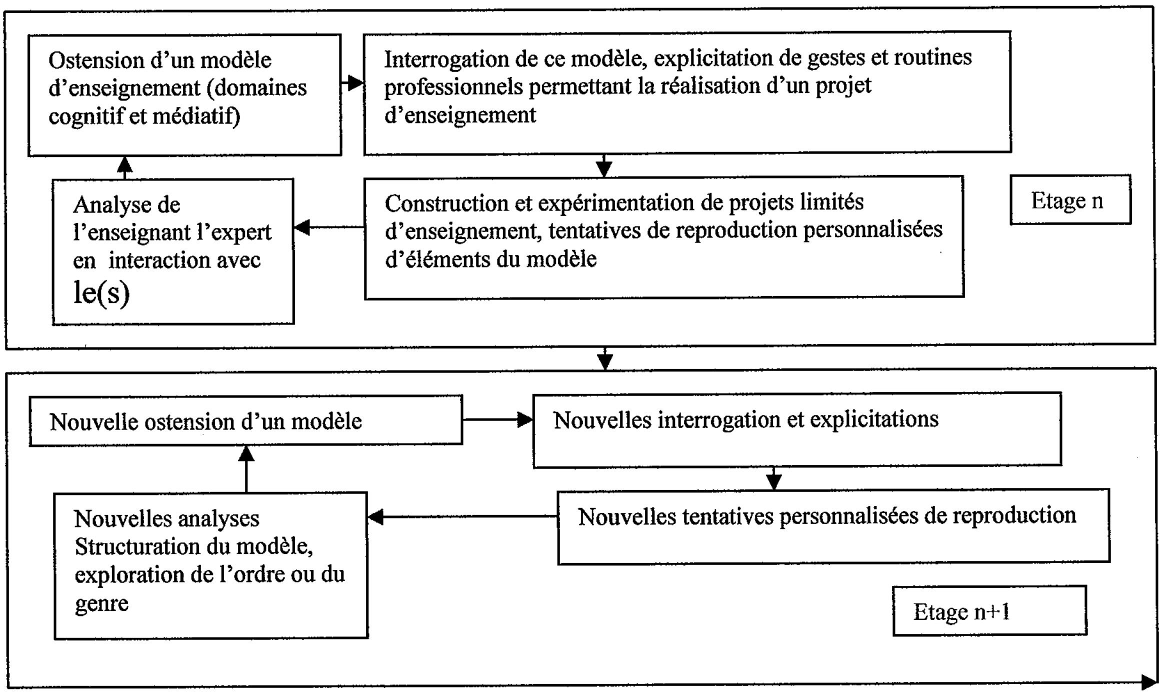
Pour des savoirs didactiques et mathématiques donnés, on peut des moments de structuration de ces différents savoirs. Cela peut se faire à l'aide de situations haddock ou d'apports d'information.



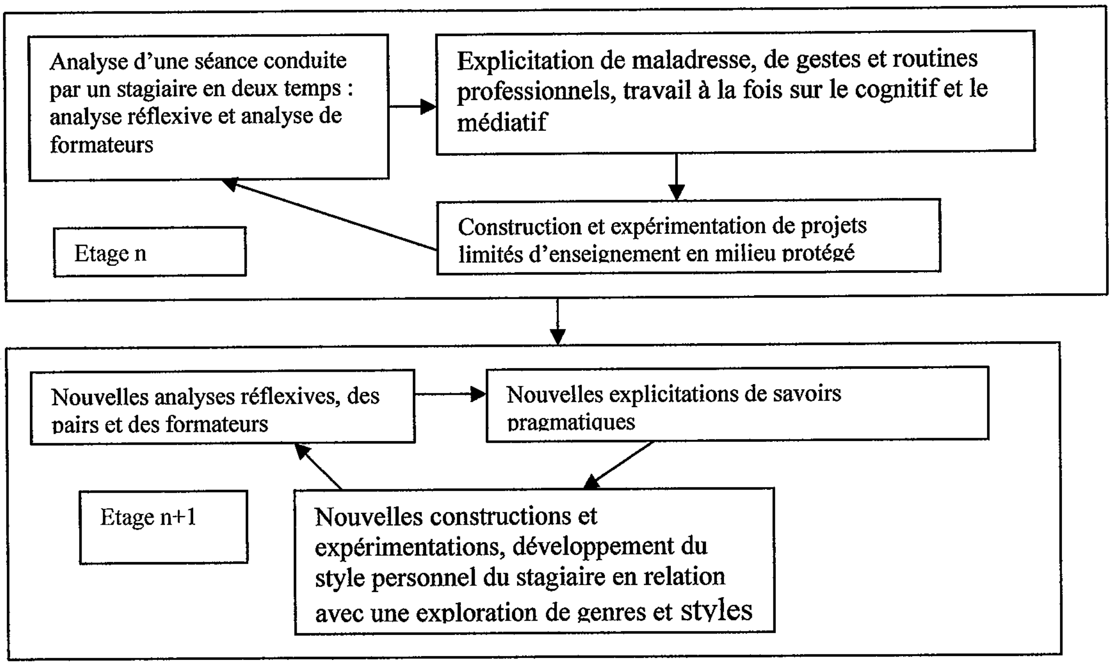
De même que j'ai décrit l'organisation de savoirs didactiques et mathématiques structurant la composante cognitive en boucles et étages, une organisation analogue peut rendre compte d'une organisation possible de savoirs relevant de la composante médiative.

Il est ainsi possible de décrire par un schéma du même type une organisation en boucles et étages des situations relevant d'une stratégie de compagnonnage.

L'organisation des étages correspond aux moments consacrés à l'exploration de l'ordre du métier, d'un genre ou de plusieurs genres donnés.

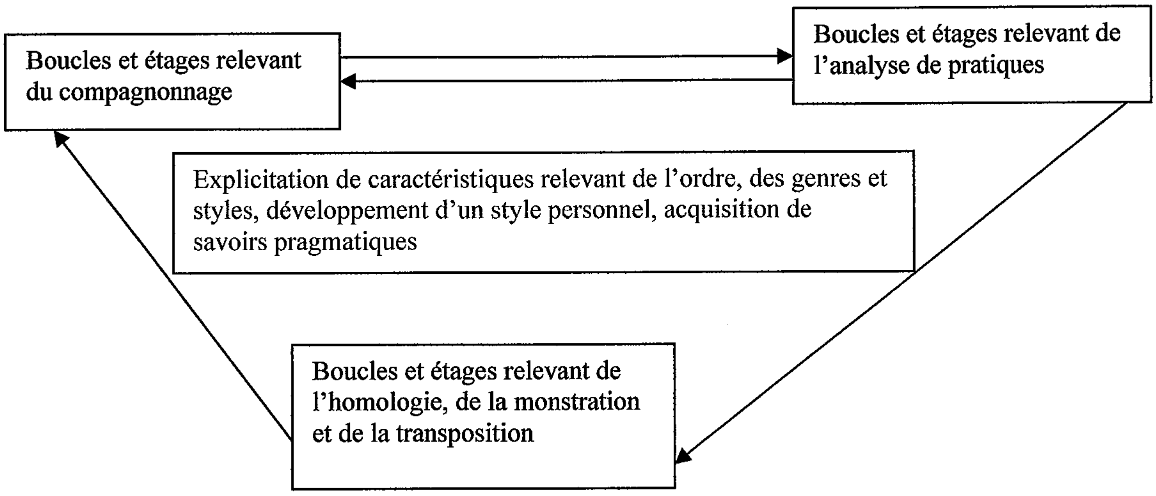


Une organisation dialectique analogue peut structurer les situations d'analyse de pratiques exposées ci-dessus. L'organisation en étages décrit en fait le développement d'un style personnel en relation avec l'exploration de l'ordre et de genres. Ce développement du style personnel du stagiaire se fait aussi par comparaison avec les styles de ses pairs.



L'exploration de l'ordre du métier, de genres et de styles divers peut permettre l'existence de passerelles entre les situations relevant du compagnonnage et celles relevant de l'analyse de pratiques.

Les explicitations des caractéristiques relevant de chacune de ces dimensions du métier de professeur d'école sont des occasions permettant de convoquer les différents types de savoirs fréquentés dans les diverses situations précédentes. Ces explicitations sont donc aussi des moments de liens entre cognitif et médiatif, entre stratégies de formation en centre et de formation terrain.



Ces principes d'organisation des savoirs et stratégies de formation pourraient déboucher sur la construction d'ingénieries de formation. Ces dernières ayant un double but : contribuer à l'analyse des conditions de formation des pratiques des professeurs d'école enseignant les mathématiques et intervenir sur ces pratiques afin d'en accroître l'efficacité.

2.7. Quelques pistes de réflexion pour la formation initiale des professeurs d'école et l'accompagnement des néo-titulaires à propos de l'enseignement des mathématiques en REP

Les recherches menées sur les pratiques des professeurs d'école débutants ou plus anciens enseignant les mathématiques en REP débouchent sur des pistes pour la formation des maîtres novices ou débutants. Ces pistes reprennent dans le cas particulier de l'enseignement en REP, des principes exposés ci-dessus.

Les travaux évoqués dans la troisième partie de cette note de synthèse montrent l'existence probable d'au moins deux approches très différentes des pratiques effectives des professeurs novices. Le choix d'une approche semble pour une part déterminé par l'origine professionnelle du formateur. Ces approches correspondent à des normes différentes relatives à la profession d'enseignant de l'école primaire. Ces dernières s'accompagnent de critères définissant la profession d'enseignant et donc des erreurs professionnelles à ne pas reproduire ou plus généralement des maladresses à éviter.

L'efficacité des dispositifs envisagés dans ce chapitre n'a pas été mesurée par des recherches. Des débuts de mise en œuvre existent toutefois dans certains IUFM, il reste à les évaluer.

Mes recherches ont montré qu'il existe au moins trois genres dominants de pratiques dont deux privilégient beaucoup l'individualisation des enseignements et s'accompagnent d'une baisse des exigences. Ces travaux ont également confirmé l'idée que les pratiques enseignantes sont très liées aux conceptions des professeurs d'école sur les mathématiques, sur leur enseignement et sur le public auquel s'adresse cet enseignement.

Les environnements mathématiques proposés à la fréquentation des élèves, étroitement liés aux pratiques enseignantes, diffèrent donc selon les conceptions des maîtres. Les mathématiques potentiellement fréquentées par les élèves ne sont pas les mêmes selon les enseignants ; cette différence a sans doute des effets sur les apprentissages.

Ces constats interrogent la formation des enseignants et les formateurs. En effet, certaines pratiques observées sont en décalage sinon en contradictions avec certaines des hypothèses retenues en formation initiale notamment.

Les i-genres 1 et 2 développent-ils des dérives pouvant être préjudiciables pour les élèves. Ces deux i-genres sont largement majoritaires chez les professeurs d'école observés. Toutefois, l'existence d'un professeur débutant du genre dominant 3, l'affirmation et la reconnaissance rapide de son travail quotidien nous laissent penser qu'il reste une place pour ce type de pratiques en REP. Sans en faire une norme exclusive et tout en montrant les limites de cet exemple, une formation peut valoriser ce type de stratégie et les modalités de mises en œuvre afin d'enrichir les pratiques de tous.

Deux types d'interventions auprès des professeurs novices et débutants peuvent être envisagés : d'une part, une information plus fine sur les conditions d'exercice du métier en REP et sur les pratiques existantes, d'autre part, des dispositifs de formation adaptés.

Les pratiques des professeurs débutants observées se caractérisent par la recherche d'un équilibre fragile fait de contradictions et de cohérence. La première année d'exercice semble particulièrement délicate. Les perturbations peuvent être plus graves. Nous avons constaté que tout élément extérieur, toute intervention mal pensée peut accroître les difficultés de ces professeurs. De même, des innovations, mêmes limitées mais trop orthogonales aux pratiques usuelles, peuvent avoir des effets négatifs. Un accompagnement à la prise de fonction devrait pouvoir aider ces collègues à dépasser les contradictions observées en vue d'un meilleur apprentissage des élèves. Il devrait aussi permettre à chacun de se construire un système personnel cohérent de réponses aux contraintes qui pèsent sur lui sans augmenter l'inconfort déjà existant.

Pour être efficace, une intervention en formation continue doit pouvoir s'inscrire dans la logique de fonctionnement des maîtres ou bien doit faire écho à des préoccupations personnelles antérieures. Ces enseignants ne peuvent pas mettre complètement en péril les équilibres construits.

Cette formation spécifique doit aussi s'inscrire dans la durée ; initialisée en formation initiale, elle doit pouvoir être reprise et développée pendant la formation accompagnant les premières années d'exercice. Ces interventions en plusieurs temps peuvent créer les conditions de « la mise en résonance » évoquée par Masselot (2000.)

Ainsi, une formation initiale et a fortiori, une formation s'adressant à des professeurs titulaires doit prendre en compte les conceptions comme les pratiques (stabilisées ou en voie de stabilisation) du public concerné. Elle doit donc comporter une partie commune et des interventions sinon personnalisées du moins prenant en compte les catégories de pratiques repérées dans nos recherches.

Le professeur du genre dominant 3 est le seul à être titulaire d'une licence de mathématiques. Ce passé mathématique semble lui permettre de lire et mettre en œuvre certaines situations d'enseignement délicates. Maîtrisant davantage les contenus enseignés, il lui est sans doute plus facile de penser avant et pendant la séance aux adaptations nécessaires. Nous retrouvons sans doute là un élément de formation initiale qui contribue à la création de ce que Chauvot appelle le degré d'excellence.

2.7.1. Une information préalable (plutôt en formation initiale) sur les conditions d'exercice du métier et les élèves de REP

La formation initiale gagnerait en efficacité en donnant une information plus détaillée sur le public des élèves de REP. Cette information doit comporter des éléments d'évaluation sur les difficultés comportementales et cognitives susceptibles d'être rencontrées. Très rapidement les professeurs semblent douter des compétences cognitives de leurs élèves. Ils ne semblent pas faire la part du comportemental et du cognitif dans les difficultés d'apprentissage rencontrées. Ces deux éléments sont dialectiquement liés : les difficultés de comportements alimentent les difficultés cognitives et réciproquement mais cette dialectique est sans doute pour une grande part initialisée par le comportemental. Une formation initiale adaptée pourrait diffuser « *une meilleure image cognitive* » de ce public et alerter les futurs maîtres sur les dérives susceptibles d'accompagner les confusions ci-dessus.

Les stagiaires PE_2 interrogés semblent ressentir l'information donnée par l'IUFM comme à la fois trop générale et trop technique. Elle comporte souvent une description sociologique trop imprécise du public, une présentation très technique du fonctionnement du réseau des REP et des ressources disponibles, une formulation trop rapide des grandes injonctions ministérielles et des approches trop globales des difficultés des élèves. Cela peut aussi entraîner notamment une identification trop rapide entre élèves en difficulté et élèves de REP.

Une nouvelle présentation de grandes notions de didactique des mathématiques, repensées dans le cadre d'un enseignement à moyen terme et s'adressant à des publics difficiles

La présentation d'éléments de didactique donnés en formation est là encore organisée en vue d'un enseignement de mathématiques à des classes ordinaires. Il s'agit de traiter les questions de dévolution et d'institutionnalisation comme des processus imbriqués et s'étalant dans la durée. Ces derniers sont souvent, dans un premier temps, davantage perçus par les novices comme une succession de phases limitées dans le temps et indépendantes entre elles.

Il apparaît comme nécessaire de montrer que la transformation de connaissances en savoirs est un processus continu qui ne s'arrête pas aux institutionnalisations locales et de montrer comment ces savoirs s'organisent entre eux à travers une succession d'institutionnalisations partielles. La prise de conscience de ces organisations à moyen terme devrait permettre d'attirer l'attention des futurs maîtres sur les risques d'une parcellisation des savoirs. Ces deux types d'informations s'adressent avant tout à un public de formation initiale mais peuvent aussi concerner l'accompagnement des débutants ou la formation continue. Pour être efficace en formation initiale, il est nécessaire de leur donner du sens en prévoyant un dispositif permettant une première mise en œuvre dans des classes. Ces informations peuvent être également présentées dans le cadre général d'une information sur les pratiques existantes des professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP. Elles pourront ainsi être contextualisées et mises en perspective avec l'habitus du métier. Ce contexte leur donne du sens et réciproquement cela permet d'éclairer certains aspects de ces pratiques.

2.7.2. Une information sur certaines dérives pouvant accompagner les pratiques des professeurs d'école enseignant en REP et sur les contradictions qui marquent leur enseignement.

Il nous paraît important de présenter les cinq grandes contradictions auxquelles sont soumis les professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP. En particulier, une analyse détaillée des rapports entre socialisation et apprentissage peut être développée avec profit. Cette information a pour but de prévenir les dérives qui peuvent découler de ces contradictions. Pour permettre aux enseignants de prendre la mesure de ces dérives, il nous paraît utile de présenter également les différents types de pratiques mis en évidence dans notre étude, de montrer comment chaque type permet de répondre à certains problèmes cruciaux ou permet de surmonter telle ou telle contradiction. Cette analyse sera aussi l'occasion d'en montrer les limites et les dérives éventuelles. Un retour sur les thèmes précédents pourra alors être envisagé selon l'inscription des enseignants dans un genre dominant. A cette étape, une différenciation de la formation et de l'accompagnement semble profitable.

Ainsi pour adapter au mieux cette réflexion à chaque enseignant, les interventions se doivent de prendre en compte toutes les composantes qui caractérisent les pratiques de chacun. Il en est ainsi des contraintes mais aussi des aides qui peuvent venir des institutions.

2.7.3. La prise en compte de l'institution

Dégageons quelques pistes de travail relevant du cadre institutionnel. Nous avons pu constater que l'exercice du métier en général comme au quotidien est facilité la première année d'exercice pour l'un des deux professeurs débutants de CP.

Rappelons que ces deux professeurs s'inscrivent dans le second genre dominant. L'école du premier professeur est un centre qui est mis en valeur par l'institution. Certains stages de formation continue ou des conférences pédagogiques s'y déroulent, une équipe de professeurs de l'IUFM assure un soutien auprès des nouveaux nommés. Enfin, ce professeur a été sollicité par l'inspection départementale pour accueillir à titre temporaire des stagiaires de l'IUFM. Ces valorisations individuelles ou collectives au niveau de l'établissement ont permis à ce professeur d'établir plus aisément sa légitimité auprès de ses élèves comme des parents ou des collègues.

Je pense que l'implantation d'ateliers de formation aux pratiques professionnelles (cf. paragraphe ci-dessous) impliquant des stagiaires PE_2 et des professeurs des écoles situées en REP peut jouer un rôle important. Non seulement cela peut contribuer à la valorisation de ces écoles et des professeurs concernés mais cela peut assurer une continuité entre formation initiale et formation continue. Non seulement cela initialise certains apprentissages de gestes professionnels, comme nous le verrons au paragraphe suivant, mais cela contribue à démystifier les REP auprès des jeunes collègues comme des formateurs.

Pour prendre sens, ces différents apports doivent pouvoir être mis en perspective avec les pratiques effectives. Sans une mise en œuvre, même limitée, de projets d'enseignement, ils risquent de rester trop éloignés des réalités quotidiennes de l'exercice du métier. Sans ancrage dans des pratiques, ils ne peuvent être complètement appréhendés par des professeurs novices qui n'ont pas encore rencontré les contraintes du milieu en question. C'est pour cela que nous pensons indispensable de les intégrer dans une formation initiale spécifique comportant des dispositifs adaptés à l'analyse des pratiques. Je présente dans le paragraphe suivant les modalités et contenus de ces dispositifs.

2.7.4. Des dispositifs de formation adaptés à la formation aux pratiques et à la réflexion sur l'enseignement en REP

En fait, il s'agit ici de reprendre les activités d'analyse de pratiques explicitées dans le chapitre précédent dans le cas particulier d'un enseignement en milieu socialement défavorisé et de coordonner ce type de formation avec une observation de gestes et routines professionnelles relevant en particulier du i-genre 3. Il me semble important que les trois routines mises en œuvre par le professeur de ce genre soient observées, analysées en détail et reproduites par les stagiaires tout en tenant compte de leur style personnel d'enseignement (en germe ou en partie construit).

Il s'agit notamment des gestes associés à la gestion des interactions et des étayages, à la gestion des rapports entre privé, public et collectif ou à la régulation des résistances des élèves aux changements de tâches. De même, une attention particulière peut être portée à l'observation, en actes, des productions des élèves et au choix des élèves interrogés lors de la séance et plus particulièrement lors des phases de mise en commun et de synthèse. Il en est de même pour la gestion des moments de validation et des phases d'argumentation, de preuve.

PERSPECTIVES ET QUESTIONS DE RECHERCHE

I. INTRODUCTION

J'ai présenté une synthèse des principaux travaux que j'ai menés sur l'enseignement des mathématiques à des élèves en difficulté issus de milieux populaires. Grâce à un dispostif d'enseignement adapté, j'ai montré que l'on pouvait susciter, l'existence d'étapes susceptibles d'améliorer les apprentissages de ces élèves. J'ai mis en évidence d'une part des étapes inhérentes au processus de conceptualisation qui se caractérise par le recours à une généricité et d'autre part des outils heuristiques susceptibles de favoriser certaines démarches de résolution de problèmes.

Pour construire les ingénieries qui ont provoqué ces étapes et pour les analyser, j'ai mis en œuvre une méthodologie qui fait appel à divers cadres théoriques : didactique des mathématiques, psychologie cognitive et sociolinguistique notamment. Cette méthodologie se caractérise également par une démarche spécifique. M'appuyant sur l'analyse de difficultés particulières mises en évidence par des élèves lors de recherches portant sur un public non ciblé, j'ai ensuite émis des hypothèses concernant plus particulièrement les élèves de ZEP. Des ingénieries spécifiques m'ont permis de les tester et pour une part de les valider.

J'ai également montré que l'existence de cheminements cognitifs prenant en compte les difficultés des élèves de milieux populaires nécessitait des adaptations de la part de l'enseignant et impliquait des choix et des stratégies d'enseignement spécifiques. Afin d'étudier les conditions d'existence de ces adaptations, j'ai été amené à étudier les pratiques enseignantes existantes et à évaluer leurs effets potentiels sur les apprentissages des élèves.

J'ai également évalué la stabilité de ces pratiques en mesurant les effets possibles d'actions de formation (initiale ou continue). Je me suis plus particulièrement intéressé à la formation des pratiques des professeurs des écoles enseignants les mathématiques en traitant deux objets : les difficultés rencontrées par des professeurs novices en formation initiale lors de la mise en actes de projets d'enseignement et la comparaison des pratiques de professeurs débutants enseignants les mathématiques en ZEP et de celles de leurs collègues plus anciens.

Pour mener ces diverses analyses, j'ai croisé deux approches : l'une relevant de la didactique des mathématiques, l'autre empruntant certains concepts à l'ergonomie cognitive et à la didactique professionnelle.

J'ai montré que l'on pouvait décrire l'organisation des pratiques en prenant en compte deux points de vue. Un premier point de vue global permet de préciser les choix des enseignants, leurs stratégies et de mettre en évidence des régularités interpersonnelles dans la manière dont ils investissent les marges de manœuvre qui leur restent au-delà des contraintes auxquelles ils sont assujettis. Pour mener à bien cette première caractérisation, j'ai emprunté le concept de genre à Clot en l'adaptant à mon objet d'étude. J'ai ainsi décrit le genre des professeurs des écoles à l'aide de trois dimensions : l'ordre du métier, le i-genre et le e-genre. L'ordre du métier correspond aux réponses apportées par ces enseignants à des contraintes incontournables. Ces réponses sont partagées par les membres de la profession et présentent peu de variabilité. Les i-genres et e-genre permettent de prendre en compte la double mission du professeur des écoles enseignant les mathématiques : transmettre des contenus disciplinaires (instruire) et éduquer l'enfant. Cette distinction m'a permis de proposer une première catégorisation des pratiques observées en trois i-genres et quatre e-genres.

Un second point de vue plus local m'a permis d'étudier comment les professeurs des écoles observés mettaient en œuvre les stratégies et choix correspondant aux catégories ci-dessus. J'ai pour cela mis en évidence deux niveaux d'organisation des pratiques : les gestes professionnels et les routines qui correspondent à des activités élémentaires du professeur des écoles. Gestes et routines sont des régularités intrapersonnelles qui peuvent être interprétées en terme de schèmes. Partagées par divers professionnels, les routines correspondent également à des régularités interpersonnelles. Elles semblent constituer la plus petite unité de découpage de l'activité du professeur qui permet d'identifier ses stratégies générales et les i-genre et e-genre qui leur correspondent.

Ces divers résultats soulèvent les questions de formation et évoquées en quatrième partie. Je conclurai cette note de synthèse en dégageant des perspectives et questions de recherche

II. DEMARCHE ET METHODOLOGIE

1. Une démarche à développer et affiner

Comme je l'ai indiqué en introduction à cette note de synthèse, mes recherches se distinguent d'autres travaux de didactique des mathématiques par la démarche mise en œuvre. J'intègre des éléments empruntés à différents cadres théoriques (didactique des mathématiques, psychologie cognitive, sociolinguistique, ergonomie et didactique professionnelle) pour définir les objets de recherche, préciser les problématiques et les méthodologies mises en œuvre. Pour analyser les apprentissages mathématiques des élèves issus de milieux défavorisés, je m'appuie sur des diagnostics de difficultés concernant tous les élèves. Ces résultats me permettent d'émettre des hypothèses que je vérifie ensuite en analysant les effets d'ingénieries destinées à ce public particulier. Ces ingénieries me permettent à la fois de susciter des cheminements cognitifs particuliers et de les analyser.

Cette démarche a permis de contribuer à l'étude des liens entre enseignement et apprentissage dans le cas particulier des mathématiques et du public des élèves scolarisés en ZEP. La question se pose de savoir à quelles conditions, elle pourrait être étendue à l'étude d'autres contenus disciplinaires. Des recherches en cours apporteront sans doute des éléments de réponse.

J'ai présenté des outils susceptibles d'aider des élèves en difficulté à s'approprier des notions mathématiques et des méthodes de résolution de problèmes. J'ai souligné le fait que certains élèves manifestant des difficultés très importantes n'étaient pas concernés par les progrès enregistrés. Ce constat me semble notamment dû à deux facteurs : le niveau cognitif et les représentations de ces élèves. Des connaissances beaucoup trop faibles leur interdit de bénéficier d'échanges avec leurs pairs. De plus, certaines représentations peuvent faire obstacle à la compréhension des enjeux des situations proposées.

Je m'appuie pour émettre ces hypothèses sur l'étude d'un élève de CE_2, Rachid (partie 2, chapitre 8), qui privilégiait le soin et la présentation de ses productions à la compréhension en classe. Un second élève, Sébastien, produit la même erreur que Rachid à la multiplication posée lors du test :

63	*3 x 8 = 24 je pose 4 et je*
x 28	*retiens 2,*
144	*2 X 6 = 12 et 2 .... 14*

Sébastien semble découvrir à ce moment une règle : « *deux chiffres au multiplicateur, deux lignes de calcul* ». Dans les phases d'institutionnalisation de la technique opératoire, ce point ne semble pas avoir été suffisamment explicité. La technique a pourtant été soigneusement détaillée et construite. Comme Rachid, il effectuait apparemment correctement les multiplications, prenant sans doute suffisamment d'indices de surface pour cela lors des exercices précédant l'institutionnalisation de la règle et lors des exercices de réinvestissements qui ont suivi.

Il est donc possible dans le cas précis de l'apprentissage de l'algorithme de la multiplication de donner deux éléments très différents permettant d'expliquer que des élèves produisent la même erreur. Cet exemple illustre une difficulté méthodologique. Comment percevoir la complexité des facteurs conduisant à la création de difficultés durables? Quel type d'observation, de découpage faut-il prévoir pour mettre en évidence des moments ou se crée de la différenciation ?

J'ai essayé de coupler dans mes recherches des dispositifs permettant de recueillir des observations sur un ensemble d'élèves et des éléments permettant d'appréhender des éléments des représentations de chaque élève en particulier. Ce choix est coûteux car il nécessite des découpages et des corpus de données importants. Il me semble indispensable pour des recherches futures d'envisager d'autres éléments méthodologiques. En effet, la méthodologie que j'ai mobilisée hésite entre une prise en compte de l'élève comme sujet épistémique et comme individu particulier. Le premier point de vue ne m'a paru pas suffisamment approprié pour étudier les phénomènes de différenciation, le second limite la portée des résultats obtenus.

Pour surmonter cette difficulté méthodologique et mieux percevoir les processus créateurs de différenciation scolaire, il me paraît nécessaire de mettre en place des recherches permettant de définir des types d'élèves, des sujets génériques. Certains travaux, notamment de didactique des mathématiques ont déjà pris en compte cette question (Brousseau, 1987). Il serait profitable de développer et d'affiner la méthodologie élaborée à cette occasion en intégrant davantage d'éléments empruntés à d'autres cadres théoriques (sociologie et psychologie cognitive notamment) pour définir ces sujets génériques.

Il semble en être de même pour les recherches portant sur les pratiques enseignantes. Ce découpage du public étudié ne peut être réalisé dans le seul cadre de la didactique des mathématiques car il nécessite de prendre en compte, outre les contenus enseignés, des indicateurs relevant d'autres champs disciplinaires : sociologie, psychologie, ergonomie, anthropologie, etc. Notre travail de classification des pratiques enseignantes (cf. partie 3) s'inscrit dans cette problématique. Cette première question méthodologique rejoint ainsi une autre question portant sur le travail de catégorisation des pratiques enseignantes.

2. Le concept de genre

Plusieurs questions se posent à ce propos. Elles portent sur l'intérêt scientifique de la taille d'une catégorie et sur la finalité même d'un travail de catégorisation. Pour pouvoir mieux décrire les pratiques observées, j'ai adapté le concept de genre à mon objet de recherche emprunté à Clot. Ainsi, la nécessité de prendre en compte la double mission d'instruction et d'éducation du professeur d'école enseignant les mathématiques a conduit notre équipe de recherche à préciser les situations d'enseignement associées et à distinguer deux dimensions constitutives du genre.

Cette distinction dépend du niveau d'enseignement considéré. Elle peut être moins pertinente pour l'étude des professeurs de mathématiques enseignant en collège, en lycée ou dans le supérieur.

Des questions de formation m'ont également conduit à définir une troisième dimension intervenant dans l'organisation des pratiques : l'ordre du métier. L'existence ou non d'un choix entre différents possibles est autant une question de recherche que de formation. En effet, le problème de la légitimité de la transmission des savoirs associés à une dimension ou une autre se pose ou non différemment selon l'existence de plusieurs réponses élaborées par les enseignants à des contraintes. L'absence de choix peut justifier une transmission visant une simple reproduction. Une information sur les différents genres est mieux adaptée quand il existe des choix possibles. Ce dernier point rejoint la question de l'inscription d'un individu dans un genre et des rapports existant entre genre et style.

Les trois dimensions que je viens de rappeler ci-dessus ont permis d'adapter le modèle de genre afin d'interpréter les régularités interpersonnelles que nos analyses ont mis en évidence. Les difficultés rencontrées par les professeurs stagiaires en formation initiale (cf. chapitre 4, partie 3) peuvent également s'interpréter comme des signes d'une éventuelle inscription ultérieure dans un genre donnée. Tout se passe comme si certaines de ces difficultés de professeurs novices révélaient la recherche d'une cohérence préfigurant un genre donné.

La question se pose alors de la prise en compte dans la formation de ce devenir éventuel. Comment le formateur peut-il présenter certaines régularités interpersonnelles identifiées par des recherches et présenter les différents choix et stratégies que ces régularités révèlent ? Genre et style étant des concepts permettant au chercheur de restituer la complexité et la diversité des pratiques, une transposition est nécessaire avant de les utiliser en formation. Il s'agit d'informer les professeurs novices sur les pratiques de leurs futurs collègues, sur les contraintes auxquelles ils peuvent être assujettis sans réduire la complexité des pratiques réelles aux catégories définies par nos recherches.

Les concepts d'ordre, de i-genre, e-genre permettent toutefois d'interpréter certains choix effectués par des formateurs ou proposés par certains chercheurs à ces formateurs.

Faut-il alors privilégier le développement du style personnel et présenter les différents genres existants en faisant le pari que le style déterminera une inscription dans un genre ? Ou bien faut-il choisir de présenter différents genres en formation, de montrer les ressources et les contraintes de chacun, en faisant le pari que le style personnel se construira lors de cette comparaison entre genres.

Le premier choix privilégie le développement du style personnel du professionnel. Il considère comme essentiel dans la formation des pratiques la construction de l'équilibre de l'individu. Cette recherche d'équilibre et d'épanouissement individuel pourrait alors avoir pour effet secondaire un changement éventuel des pratiques existantes. Dans ce cas, la formation ne viserait pas un changement des pratiques existantes mais un développement plus harmonieux du style personnel de chacun. Ce point de vue semble présent dans une partie des travaux ayant trait à l'analyse des pratiques enseignantes (Blanchard-Laville, Nadot, Perrenoud).

Le second choix, sans négliger le développement du style de chaque futur professeur, s'inscrit dans une exploration critique des pratiques existantes. Il est basé sur l'hypothèse qu'il existe des régularités dans les pratiques enseignantes qui produisent de la différenciation et qu'il est donc nécessaire d'intervenir sur celles-ci. Ce point de vue me semble présent dans plusieurs recherches sur les pratiques enseignantes de didactique des mathématiques (Robert, Brousseau, Berthelot, Peltier-Barbier, etc.). Les pistes concernant la formation des enseignants que j'ai proposé en quatrième partie s'inscrivent pour une large part dans ce dernier choix.

Il faut aussi envisager un phénomène d'accumulation : les difficultés rencontrées par une catégorie particulière d'élèves peuvent être renforcées par un genre de pratique donnée. Un approfondissement de cette recherche peut permettre d'affiner l'analyse amorcée par Perrin-Glorian (1992) et développée par Ngono (2003). sur de cercles vicieux aggravant les difficultés des élèves. La caractérisation de certaines pratiques observées en REP le montre. Il serait profitable de poursuivre ce travail de catégorisation dans le cas d'un enseignement de mathématiques dans des classes standard et d'expliciter les relations existant entre certains i-genres et certaines difficultés rencontrées par une partie des élèves de la classe.

3. Retour sur les rapports entre méthodologie de recherche et résultats ainsi obtenus

J'ai déjà abordé cette question à propos des recherches sur les pratiques enseignantes (cf. partie 3). J'ai essayé de montrer que les choix de l'échantillon d'enseignants observés, la manière dont sont recueillies les données et dont elles sont analysées intervenaient pour une part importante sur les résultats obtenus. Les observables dépendent largement des outils mobilisés pour l'observation. Ainsi en est-il du nombre et de la durée des observations effectuées pour un même sujet, du support des protocoles recueillis (observation directe du chercheur, utilisation de grilles d'observation et de recueil des données, film ou enregistrement audio). Chaque méthode rend compte d'un point de vue partiel. Lors des analyses de pratique effectuées par notre équipe, nous avons essayé de réduire ces manques en multipliant les points de vue et les approches et en croisant les résultats ainsi obtenus.

Cette méthodologie nécessite un travail d'équipe ainsi que la définition d'une méthodologie spécifique permettant de confronter les différentes observations. Pour effectuer ce travail, nous nous sommes inspirés pour une part des travaux relevant de l'analyse participante. Nous avons construit dans un second temps des outils méthodologiques adaptés à nos objets. Il s'agit d'une première approche qui reste largement à approfondir et à enrichir.

III. L'ENSEIGNEMENT A DES ELEVES EN DIFFICULTE, LES EFFETS DE CERTAINES PRATIQUES SUR LES APPRENTISSAGES DES ELEVES

J'aborde dans ce chapitre deux types de questions, l'un relatif aux itinéraires cognitifs susceptibles de favoriser l'apprentissage d'élèves particuliers, l'autre relatif aux pratiques des professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP et à la portée des résultats exposés précédemment sur ce point.

1. Des recherches à poursuivre sur l'existence et l'intérêt d'étapes intermédiaires

Les travaux sur les élèves en difficulté, notamment issus de milieux socialement défavorisés mettent en évidence des étapes intermédiaires tant dans le processus de conceptualisation de notions mathématiques que dans l'acquisition d'outils heuristiques lors de la résolution de problèmes numériques.

Peut-on identifier d'autres étapes susceptibles d'être profitables aux élèves en difficulté. Ces étapes sont-elles spécifiques de certains contenus mathématiques ou sont-elles plus générales ? Dans quelle mesure peut-on développer, voire systématiser pour certains élèves leur existence ?

J'ai déjà soulevé l'intérêt que pouvait présenter pour la construction de la notion de variable le fait que des données numériques pouvaient être provisoirement modifiées par les élèves lors de la résolution de problèmes arithmétiques. Des perspectives de recherche intéressantes sont ainsi ouvertes. En particulier, les expériences ainsi acquises dans le domaine arithmétique par certains élèves faibles, les procédures mises en œuvre à l'occasion de situations particulières peuvent, par leur statut pré algébrique, donner du sens à une construction algébrique. Elles constituent une première généralisation sur laquelle pourrait s'appuyer un enseignement de l'algèbre. Il s'agit d'ancrer l'apprentissage de premiers objets algébriques dans le cadre de connaissances arithmétiques plus anciennes. Cet ancrage prend en compte le caractère généralisateur et unificateur de l'algèbre (Robert, ...). En effet, les expériences contextualisées effectuées dans le domaine de l'arithmétique, notamment grâce aux activités numériques de calcul mental peuvent ainsi acquérir un caractère plus général. De même, de premières formalisations relevant davantage du générique (cf. partie 2) pourraient se traduire par des formalisations plus adaptées aux objets algébriques. Les deux types d'étapes que nous avons mis en évidence : le recours au générique - degré intermédiaire de formalisation - et les outils heuristiques préalgébriques peuvent constituer de nouveaux leviers pour construire d'autres itinéraires cognitifs à proposer aux élèves en difficulté, au début d'un enseignement de l'algèbre.

La question du temps des apprentissages est posée à cette occasion. Comme je l'ai déjà évoqué en deuxième partie, cette étape préalgébrique pourrait se situer à la fin de l'école primaire et au début du collège. Les élèves semblent devoir, pour en profiter, posséder des connaissances suffisantes dans le domaine numérique, sur les opérations arithmétiques classiques de ces niveaux de scolarité mais ne pas avoir abordé l'étude de l'algèbre. Il reste à étudier en détail les conditions de la mise en place de ces itinéraires cognitifs particuliers et les élèves susceptibles d'en profiter.

Les travaux que j'ai menés sur le calcul mental contribuent également à l'étude des rapports existant entre habiletés calculatoires et processus d'automatisation de la reconnaissance de l'opération intervenant dans des problèmes arithmétiques. Ils posent de manière dialectique les rapports existant entre apprentissage de techniques opératoires et apprentissage du sens des opérations. Ils ont permis de montrer comment un accroissement des habiletés calculatoires des élèves, accélère l'automatisation de la reconnaissance de certaines opérations grâce à une pratique régulière de calcul mental. La question se pose là encore de la généralisation de ce type d'apprentissages. Une pratique régulière de calcul mental peut-elle favoriser la résolution d'autres types de problèmes ? Peut-on en mesurer les effets sur la résolution de problèmes numériques moins standard ou plus ouverts pour lesquels par exemple, l'élève ne possède pas a priori de stratégies de résolution ?

Plus généralement quels liens peut-on établir entre l'acquisition de certaines démarches de résolution de problèmes et l'exploration mentale de situations faisant intervenir les mêmes notions mathématiques. Peut-on identifier des problèmes et des notions mathématiques se prêtant davantage à ce type d'apprentissage ? Quels sont les élèves susceptibles d'en profiter ? Peut-on identifier d'autres types d'activités mathématiques susceptibles d'avoir des effets comparables ?

2. La portée de nos résultats sur les pratiques des professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP, vers de nouvelles questions

Les résultats que je viens de résumer soulèvent des questions plus générales concernant les pratiques des professeurs d'école enseignant les mathématiques.

Une première question est liée aux contraintes spécifiques des REP et part d'un constat. En effet, nous avons pu observer, à maintes reprises, que les contraintes institutionnelles relatives à l'apprentissage de contenus de savoirs disciplinaires pèsent en REP plutôt moins qu'ailleurs, en raison d'une certaine forme d'autonomie et de liberté concédée au réseau. L'accent est mis sur l'innovation, sur la construction et la réalisation de projets éducatifs.

En revanche, les contraintes liées à l'environnement social, économique et culturel pèsent très fortement sur les pratiques mises en œuvre par les professeurs. En REP, les contraintes sociales semblent donc l'emporter très largement sur les contraintes institutionnelles.

Cette inversion des contraintes peut en particulier amener certains enseignants à développer des projets "innovants" pouvant les conduire à mettre au second plan certains apprentissages cognitifs.

Les choix des professeurs des i-genres majoritaires (un et deux) peuvent alors être interprétés comme des dérives initialisées par des éléments du discours officiel général sur l'éducation. Ainsi en va-t-il de la différenciation et de l'individualisation. Par exemple, une prise en compte trop individualisée, trop caricaturée des cheminements cognitifs des élèves peut se traduire par une disparition des apprentissages collectifs, notamment disciplinaires, lors des interactions entre pairs. Elle se traduit aussi dans les faits par une disparition des phases d'institutionnalisation. Les connaissances individuelles mobilisées ou construites risquent de ne plus renvoyer à des savoirs de référence partagés par l'ensemble de la classe.

Si l'individualisation des parcours est une réponse institutionnelle à l'hétérogénéité des élèves, il serait sans doute nécessaire d'analyser en fonction des spécificités de l'enseignement en REP les dérives qui peuvent en découler.

Une seconde question concerne le rôle spécifique des mathématiques dans l'élaboration des pratiques enseignantes : en quoi les i-genres et e-genres décrits ici dépendent-ils des mathématiques ? Observerait-on la même chose dans d'autres disciplines ?

Une troisième série de questions concerne le degré de généralité des résultats obtenus en REP. En effet, les pratiques observées peuvent apparaître comme des adaptations aux systèmes de contraintes spécifiques des REP, de pratiques plus générales partagées par des professeurs enseignant dans d'autres milieux.

Dans une certaine mesure, les REP jouent un rôle de « loupe » pour l'analyse des pratiques enseignantes. Par exemple, les contradictions et les tensions qu'on y observe existent aussi dans d'autres classes, mais elles sont particulièrement exacerbées en REP. En élargissant le cadre de l'étude faite en REP, plusieurs questions se posent :

L'appartenance au i-genre majoritaire est-elle liée à un enseignement en REP ou en est-elle indépendante ? Cette appartenance est-elle stable lorsque le professeur change de classe, en particulier lorsqu'il n'enseigne plus en milieu difficile ?

Les genres observés dans les pratiques des enseignants en REP à l'école élémentaire subsistent-ils au collège ? En particulier, Quelle est l'incidence sur les pratiques des enseignants de mathématiques de l'existence d'enseignants non polyvalents à partir du collège ? Des éléments de réponse à ces dernières questions permettraient notamment de préciser le i-genre n°3. L'inscription dans cet i-genre semble en effet dépendre pour une part importante de la maîtrise des contenus mathématiques enseignés par les professeurs des écoles. Cette question soulève la question plus fondamentale de la polyvalence du métier de professeur des écoles. L'analyse des pratiques du professeur du i-genre trois, confirmée par l'analyse des pratiques d'un nouveau professeur de cette catégorie, révèle que la maîtrise des contenus est particulièrement déterminante pour la mise en œuvre de certaines routines professionnelles. En particulier, elle intervient dans la capacité du maître à identifier, hiérarchiser et donc sélectionner en prévision de la phase de synthèse les procédures et erreurs des élèves.

Les enseignants des i-genres majoritaires ne semblent pas pouvoir le faire. Ils l'admettent dans les entretiens. La question qui est posée est de savoir si l'expérience professionnelle peut pallier à une maîtrise initialement insuffisante des contenus enseignés. L'observation répétée, en situation, des procédures mises en œuvre par les élèves ne semble pas suffire (cf. l'analyse des pratiques des maîtres plus anciens). Ces observations pourraient s'avérer plus profitables si le praticien avait les moyens de questionner sa propre expérience avec l'objectif de pallier aux manques évoqués ci-dessus. Les rapports entre expérience professionnelle et maîtrise des contenus disciplinaires enseignés nous amènent donc à reposer la question de la place de l'analyse réflexive des pratiques dans l'exercice quotidien du métier de professeur des écoles, dans leur constitution comme dans leur évolution.

BIBLIOGRAPHIE

ALLARDICE B.S., GINSBURG H.P. (1983) Children's psychological difficulties in mathematics. in H.P. Ginsburg (Ed), *The development of mathematical thinking,* New York Academic Press.

ALTET M. (1994) *La formation professionnelle des enseignants,* Paris, PUF

ALTET M., BRITTEN J.D. (1983) *Le micro- enseignement. Une méthode rationnelle de formation des enseignants,* Paris, Dunot

BAUTIER E. (1995) *Pratiques langagières, pratiques sociales. De la sociolinguistique à la sociologie du langage,* Paris, L'Harmattan

BAUTIER E. (2001) Pratiques langagières et scolarisation. *Revue Française de Pédagogie* n° 137, 117-162, Paris

BLANCHARD-LAVILLE C., NADOT S. (2000) *Malaise dans la formation des enseignants,* Paris, L'Harmattan

BOERO P. (1989) Mathematical literacy for all experiences and problems, *Proceedings of PME* XIII

BOURGUIGNON J.P. (1996) Enjeux des mathématiques dans la société d'aujourd'hui in *Actes du XXIIIème colloque inter-IREM des formateurs et professeurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres,* 19-31, Montpellier, IREM de Montpellier

BOULE F. (1997) *Performances et démarches de calcul mental au cycle III, Eléments pour une pédagogie du calcul mental,* Thèse de doctorat, Villeneuve d'Asq, Presses universitaires du Septentrion

BOURDIEU P., PASSERON J.C. (1970) *La reproduction, Eléments pour une théorie du système d'enseignement.* Paris, Ed. Minuit

BROSSARD, DEFODON (1904) *Manuel du Certificat d'Aptitude Pédagogique* Hachette, Paris

BROUSSEAU G. (1987), Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, *Recherches en didactique des mathématiques,* vol.7/2, 33-116, éd. La Pensée Sauvage, Grenoble.

BROUSSEAU G. (1990), Le contrat didactique : le milieu, *Recherches en Didactique des Mathématiques,* vol.9/3, 309-336, éd. La Pensée Sauvage, Grenoble.

BROUSSEAU G., CENTENO J. (1991), Rôle de la mémoire didactique de l'enseignant, *Recherches en didactique des mathématiques,* vol.11/2.3, 167-210, éd. La Pensée Sauvage, Grenoble

BUTLEN D. (1985), *Apport de l'ordinateur à l'apprentissage des écritures multiplicatives au cours élémentaire,* Thèse de troisième cycle de Didactique des Disciplines, option mathématiques, Paris, IREM de Paris VII, université de Paris 7

BUTLEN D., (1996) Vers une didactique professionnelle (conférence). *In COPIRELEM Documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques, Tome IV,* Actes stage national des formateurs de mathématiques du premier degré, Angers, 203-212, Paris, IREM de Paris 7, Université de Paris 7.

BUTLEN D. (2004a) *Contributions* à l'ouvrage PELTIER- BARBIER M.L. *Dur d'enseigner en ZEP,* Editions la pensée Sauvage, Grenoble

BUTLEN D. (à paraître, 2004b) *Calcul mental à l'école, travail sur les techniques opératoires, conceptualisation et résolution de problèmes numériques. Des difficultés des élèves aux élèves en difficulté* 150 pages, La Pensée Sauvage, Grenoble

BUTLEN D. (soumis, 2004c) Stratégies et gestes professionnels de professeur d'école débutants enseignants les mathématiques dans des écoles de milieux défavorisés : un enjeu pour les apprentissages, *Canadian Journal of Science, Mathématics and Technology Education (CJSMTE),* Toronto

BUTLEN D. et al, (1998) Résolution de problèmes dans les manuels et dans la formation des professeurs d'école, In COPIRELEM *Actes du stage national des nouveaux formateurs de mathématiques du premier degré, Documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques, Tome VI,* 9-29, Besançon, IREM de Paris 7, Université de Paris 7

BUTLEN D., BOLON J. (1992), la didactique des mathématiques en formation des maîtres, quelques questions posées par des enseignements de didactique en formation initiale et continue de professeurs d'écoles, de collèges et de lycées, *document pour la formation des enseignants,* n°8, Paris, IREM Paris 7, université de Paris 7

BUTLEN D., HOUDEMENT C., PELTIER M.L. (1993) Etude de situations construites selon un schéma de type dialectique outil-objet en formation de professeurs d'école , In *ARDM, Actes de la Septième Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques,* Saint-Sauves d'Auvergne, 113-116, IREM de Clermont-Ferrand

BUTLEN D., HENRI M. (1993) Pratiques d'observations de classes dans la formation initiale des enseignants *In ARDM, Actes de la Septième Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques,* 140-150, Saint-Sauves d'Auvergne, IREM de Clermont-Ferrand

BUTLEN D., LE POCHE G. (1997) Deux exemples de situations d'enseignement de mathématiques s'adressant à des élèves en difficulté. In Ministère de l'Education Nationale *Texte d'accompagnement des programmes*, Paris

BUTLEN D, LEPOCHE G., (1998) Analyse d'entretiens à chaud lors d'ateliers professionnels. In COPIRELEM *Actes du colloque national des formateurs de mathématiques du premier degré (Loctudy)*, 249-280, Brest, IREM de Brest.

BUTLEN D., LEPOCHE G (2003) conduite d'un entretien avec un professeur stagiaire PE2 lors d'une visite dans le cadre d'un stage en responsabilité, *In COPIRELEM, Concertum*, Les carnets de route de la COPIRELEM, ARPEME, Paris

BUTLEN D., LEPOCHE G., MASSELOT P., (2001) Analyse d'une séance de mathématiques menée par un professeur stagiaire : introduction d'écritures soustractives au CP. In COPIRELEM *Actes du colloque national des formateurs de mathématiques du premier degré*,177-213, Tours, IREM de Orléans-Tours

BUTLEN D., LETHIELLEUX C. (1986a), Utilisation de l'ordinateur pour l'apprentissage d'un algorithme de calcul de produits, *Cahier de didactique des mathématiques* n°25-1, Paris, IREM Paris 7, université de Paris 7

BUTLEN D., LETHIELLEUX C. (1986b), Utilisation de l'ordinateur pour l'apprentissage d'un algorithme de calcul de produits, compte-rendu de l'expérimentation, *Cahier de didactique des mathématiques* n°25-2, Paris, IREM Paris 7, université de Paris 7

BUTLEN D., LETHIELLEUX C. (1986c) Utilisation de l'ordinateur pour l'apprentissage d'un algorithme de calcul de produits, compte-rendu de l'expérimentation, contribution au *rapport de recherche du sous-groupe informatique et didactique des* *mathématiques du Groupe de Recherches de Didactique des Mathématiques (GR-CNRS)*, Paris

BUTLEN D., MASSELOT (1997) Ateliers d'analyse de pratiques professionnelles en formation initiale des professeurs d'école. In COPIRELEM *Documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques, Tome V, Actes stage national des formateurs de mathématiques du premier degré, Rennes,* 95-107, Paris, IREM de Paris 7, Université de Paris 7

BUTLEN D. MASSELOT P. (2001) : Exemple de routines au CP : Pratiques en mathématiques d'un professeur d'école en première nomination, In *ARDM, Actes de la XIème école d'été de didactique des mathématiques*, Grenoble, La Pensée Sauvage

BUTLEN D., MASSELOT P., PEZARD M. (2003) De l'analyse de pratiques effectives de professeurs d'école débutants nommés en ZEP/REP à des stratégies de formation, *Recherche et formation n°44*, page Paris, INRP

BUTLEN D., PELTIER M.L. (1994a), L'état de la réflexion sur la place et le rôle d'un enseignement spécifique de didactique en formation des professeurs d'école, *Document pour la formation des enseignants*, n°9, Paris, IREM Paris 7, université de Paris 7

BUTLEN D., PELTIER-BARBIER M.L., PEZARD M. (2002a) Nommés en REP, comment font-ils ? Pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP : cohérence et contradictions, *Revue Française de Pédagogie n°140*, 41-52, Paris.

BUTLEN D., PELTIER-BARBIER M.L., PEZARD M. et al, (2002b), Pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP : contradictions et cohérence, une première catégorisation, rapport INRP-Centre Alain Savary, IREM de Paris 7, Paris

BUTLEN D., PEZARD M. (1989), *Calcul mental, calcul rapide*, brochure n° 78, Paris, IREM Paris 7, université de Paris 7

BUTLEN D., PEZARD M. (1990), Calcul mental, calcul rapide, *Grand N* n° 47, 35-59 IREM de Grenoble, université Joseph Fourrier, Grenoble 1

BUTLEN D., PEZARD M. (1991), Un enseignement de didactique des mathématiques à des futurs instituteurs-maîtres-formateurs, *Document n°4 pour la formation des enseignants*, n°4, Paris, IREM Paris 7, université de Paris 7

BUTLEN D., PEZARD M. (1992a), Calcul mental et résolution de problèmes multiplicatifs, une expérimentation du C.P. au CM2, *Recherche en Didactique des Mathématiques*, vol 12.2.3, 319-368, La Pensée Sauvage, Grenoble

BUTLEN D., PEZARD M. (1992b), Situations d'aide aux élèves en difficulté et gestion de classe associée, *Grand N* n°50, 29-58, IREM de Grenoble, université Joseph Fourier, Grenoble 1

BUTLEN D., PEZARD M. (1992c), Une expérience d'enseignement de mathématiques à des élèves de CE2 en difficulté, *Cahier de DIDIREM*, n°13, Paris, IREM Paris 7, université de Paris

BUTLEN D., PEZARD M., (1997a), Le rôle d'un écrit collectif dans la conceptualisation de notions mathématiques, rapport de recherche INRP-ADIREM, Paris, France

BUTLEN D., PEZARD M. (1997b), Rapports entre habileté calculatoire et prise de sens dans la résolution de problèmes numériques, étude d'un exemple : impact d'une pratique régulière de calcul mental sur les procédures et performances des élèves de l'école élémentaire, *Cahier de DIDIREM n°27*, Paris, IREM Paris 7, université de Paris 7

BUTLEN D., PEZARD M. (2003a), Une contribution à l'étude des rapports entre habiletés calculatoires et résolution de problèmes numériques à l'école primaire et au début du collège, *Spirale, Revue de Recherche en Education*, vol 31, 117-140, Lille.

BUTLEN D. et PEZARD M. (2003b) Rôle de l'écrit collectif et du débat entre élèves dans la conceptualisation de notions mathématiques et dans l'acquisition de méthodes, *Recherche en Didactique des Mathématiques*, n°23-1, 41-78, La Pensée Sauvage, Grenoble

CAREIL Y. (1994) *Instituteurs des cités HLM*, Paris, PUF

CHARLOT B., BAUTIER E., ROCHEX J.Y. (1992) *Ecole et savoir dans les banlieues... et ailleurs*, Paris, Armand Colin

CHEVALLARD Y. (1985), *La transposition didactique*, éd. La Pensée Sauvage, Grenoble.

CHEVALLARD Y. (1988), *Notes sur la question de l'échec scolaire*, Marseille, IREM de Marseille.

CHEVALLARD Y. (1999), Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : l'approche anthropologique in Noirfalise (éd.) *Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques, Actes de 1'université d'été de La Rochelle*, 91-120, IREM de Clermont-Ferrand.

CLAVIER Y., CLAVIE C., GAUCH A.M., TRUBLIN M. (1989) *Objectif Calcul*, Editions Hatier, Paris

CLOT Y., (1999), *La fonction psychologique du travail*, Paris, PUF

CLOT Y., FAÏTA D. (2000). Genre et style en analyse du travail. Concepts et méthodes. *Travailler*, n°4, 7-42.

CLOT Y., SOUBIRAN M., (1998), “ Prendre la classe ” : une question de style ? *Société Française* n°12/13 (62-63) 78-88

CRAHAY (1989) Contraintes de situations et interactions maître-élève : changer sa façon d'enseigner, est-ce possible ? *Revue Française de Pédagogie*, n°88, 67-94

DE CORTE E., VERSHAFFEL L. (1987a). The effect of semantic structure on first-graders' strategies for solving addition and subtraction word problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, vol 18-5, 363-381

DE CORTE E., VERSHAFFEL L. (1987b). The influence of some non semantics factors on solving addition and subtraction word problems. Annual Meeting of the American *Educational Research*, Washington D.C., April, 20-24

DESCAVES et al (1995) collection Optimath, Hachette, Paris

DENIS M., (1982) Représentation imagée et résolution de problèmes, Revue *Française de Pédagogie n°60*, Paris

DOUADY R. (1987), Jeux de cadres et dialectique outil-objet, *Recherches en didactique des mathématiques*, vol.7/2, 5-32, éd. La Pensée Sauvage, Grenoble.

DOUADY R. (1994), Géométrie à l'école élémentaire, compte rendu de groupe In actes de ICME, Séville

ERMEL (1990) *Apprentissages mathématiques*, Cours préparatoire, Paris, Ed Hatier

ERMEL (1993) *Apprentissages mathématiques*, cycle des apprentissages fondamentaux CE_1, Paris, Ed Hatier

ERMEL (1995) *Apprentissages mathématiques*, cycle des apprentissages fondamentaux CE2, Paris, Ed Hatier

FAYOL M., (1985) Nombre, numération et dénombrement. Que sait-on de leur acquisition? *Revue Française de Pédagogie* n°70, pp. Paris

FAYOL M., (1990) *L'enfant et le nombre*, Delachaud/Niestle.

FAYOL M., HABDI F. et GOMBERT J.E., (1987) *Arithmetic Problems Formulation and Working Memorie Load*, Laboratoire de Psychologie, Université de Bourgogne-Dijon

FERREIRO E. (1971) *Les relations temporelles dans le langage de l'enfant*, Geneve, Droz

FISCHER J.P., (1981) Développement et fonctions du comptage chez l'enfant de trois à six ans», *Recherche en Didactique des Mathématiques*, vol. 2-3, pp. ,Editions La Pensée Sauvage, Grenoble

FISCHER J.P., (1987) L'automatisation des calculs élémentaires à l'école, *Revue Française de Pédagogie* n°80, 17-24 , Paris

FISCHER J.P., (1988) Complexité de compréhension et d'exécution des opérations arithmétiques élémentaires, *Recherche en Didactique des Mathématiques,* vol. 9-2, pp. , Editions La Pensée Sauvage, Grenoble

FISCHER, J.P. (1991) Le subtizing et la discontinuité après 3, in BIDEAUD, MELJAC, FISCHER : *les chemins du Nombre*, P.U.L.

FISCHER J.P., (1992) *Apprentissages numériques,* Nancy, Presses Universitaires de Nancy

GOIGOUX R., (1997) La psychologie cognitive ergonomique : un cadre pour l'étude des compétences professionnelles des enseignants de français. *La lettre de la DFM,* 21, (2) 56-61

GOIGOUX R., (2002), Analyser l'activité d'enseignement de la lecture : une monographie, *Revue Française de Pédagogie* n° 138, 125-134, Paris

HOUDEBINE, J., JULO, J. (1988). Les élèves en difficulté dans le premier cycle de l'enseignement secondaire: pour une intervention didactique différenciée, *Revue Française de Pédagogie*, 84, pp. , Paris

HOUDEMENT C (1995) Projet de formation des maîtres du premier degré en mathématiques : programmation et stratégies.Thèse de doctorat, Université de Paris VII, IREM de Paris VII, Paris

HOUDEMENT C., KUZNIAK A. (1996), Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol 16/3, 289-322, Ed. La Pensée Sauvage, Grenoble

JULO, J. (1990). Surface features, représentations and tutorial interventions ici mathematical problem solving. *European Journal of psychology of education*, 5, 255-272.

JULO, J, HOUDEBINE, J. (1992). Concevoir de « bonnes» fiches d'activité en mathématiques. *Repères IREM*, 8, 67-88.

JULO, J. (1995). *Représentation des problèmes et réussite en mathématiques*. Rennes Presses Universitaires de Rennes.

JULO J. (2000) Aider à résoudre des problèmes, pourquoi ? Comment ? Quand ? In COPIRELEM, *Actes du XXVIIème colloque Inter-IREM des formateurs intervenant dans la formation en mathématiques des professeurs d'école*, Chamonix, IREM de Grenoble, Grenoble

KHERROUBI M., (1994) *Les instituteurs mobilisés professionnellement : une analyse sociologique*, Thèse de doctorat, Université de paris V

KUZNIAK A., (1994) *Etude de stratégies de formation en mathématiques utilisées par les formateurs des maîtres du premier degré.* Thèse de doctorat, Université de Paris VII, IREM de Paris VII, Paris

LAHIRE B. (1993) *Culture écrite et inégalités scolaires*, Lyon, Presses Universitaires de Lyon

LEPLAT J., (1997*) Regards sur l'activité en situation de travail.* Paris, PUF

LEPLAT J., & Hoc J.M., (1983) Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations, *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 3 (1), 49-63

LEONTIEV A.N., (1959) Principles of mental development and the problem of intellectuel backwardness, in B.J. Simon (Ed), *Educational Psychology in the URSS*, London : Routledge Kegan.

MARGOLINAS C. (1995), La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a posteriori des situations, in Margolinas, *Les débats de didactique des mathématiques, annales 1993-1994*, éd. La Pensée Sauvage, Grenoble.

MARGOLINAS C. (1998), Etudes de situations didactiques « ordinaires » à l'aide du concept de milieu : détermination d'une situation du professeur, In ARDM *Actes de la 8ème Ecole d'été de didactique des Mathématiques*

MARGOLINAS C. (1999), Le milieu et le contrat, concepts pour la construction et l'analyse des situations d'enseignement, in Noirfalise (éd.) *Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques, Actes de l'université d'été de La Rochelle*, 3-16, IREM de Clermont-Ferrand.

MASSELOT P. (2000) : *De la formation initiale en didactique des mathématiques (en centre IUFM) aux pratiques quotidiennes en mathématiques, en classe, des professeurs d'école (une étude de cas),* Doctorat de didactique des mathématiques, Paris, IREM Paris 7, université Denis Diderot - Paris 7

MAURY S. et FAYOL M. (1986) Combinatoire et résolution de problèmes aux cours moyens 1 et 2, *Recherche en Didactique des Mathématiques*, vol. 7-1, pp. , Editions La Pensée Sauvage, Grenoble

MOTTET G. (1997) *La vidéo-Formation,* Autres regards, autres pratiques, L'Harmattan

MORALES R.V., SHUTE V.J., & PELLEGRINO J.W., (1985). Developmental differences in understanding and solving simple mathématics word problems. *Cognition and Instruction*, vol 2-1, 41-57

MOYER J.C., SOWDER L., THERADGILL - SOWDER J., & MOYER M.B., (1984). Story problem formats ; drawn versus verbal versus telegraphic. *Journal for research in Mathematics Education*, vol 15-5, 342-351.

NESHER P.& KATRIEL T. (1977) A semantic analysis of addition and subtraction word problems in arithmétic, *Educational Studies in Mathematics*, vol 8, 251-269

NGONO B. (2003) *Etude des pratiques des professeurs des écoles enseignant les mathématiques en ZEP, effets éventuels de ces pratiques sur les apprentissages,* Thèse de doctorat de didactique des mathématiques, Paris, IREM Paris 7, Université Paris 7.

PASTRE P. (1996) Variations sur le développement des adultes et leurs représentations, *Education permanente* n°119, 33-63

PASTRE P. (2002) L'analyse du travail en didactique professionnelle, *Revue Française de Pédagogie* n°138, 9-18, Paris

PELTIER-BARBIER et al (1995), collection Nouvel Objectif Calcul, Hatier

PELTIER M-L., (1995) *La formation initiale en mathématiques des professeurs d'école : entre conjoncture et éternité*, Thèse de Doctorat, Paris, IREM Paris 7-Université Paris VII.

PELTIER M.L., HOUDEMENT C. (1996) Petit guide pour fiche de préparation, *Grand N* n°59,77-84, Grenoble, IREM de Grenoble

PERRENOUD P. (1994) *La formation des enseignants entre théorie et pratique*, Paris, L'Harmattan

PERRENOUD P. (2001) *Développer la pratique réflexive dans le métier d'enseignant*, Paris, ESF

PERRIN-GLORIAN M.J, BUTLEN D., M. LAGRANGE, (1991), Une expérience d'enseignement de mathématiques à des élèves de sixième en difficulté, 97-139, revue Inter-IREM «REPÈRES» n°3

PERRIN-GLORIAN M.J. (1992) *Aires et surfaces planes et nombres décimaux. Questions didactiques liées aux élèves en difficulté aux niveaux CM-6ème* Thèse de Doctorat d'État, Paris, Université de Paris VII

PERRIN-GLORIAN M.J. (1993), Questions soulevées à partir de l'enseignement des mathématiques dans des « classes faibles », *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 13/1.2 », 95-118, La Pensée Sauvage, Grenoble.

PERRIN-GLORIAN M.J. (1999), Problèmes d'articulation de cadres théoriques : l'exemple du concept de milieu, *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 19/3 », 279-332, Grenoble, La Pensée Sauvage

PORTUGAIS J, BRUN J - 1994 - De futurs instituteurs formés à la didactique des mathématiques, étude de cas – In *Vingt ans de Didactique des mathématiques en France-actes du colloque* - La Pensée Sauvage

PORTUGAIS J. (1992) *Didactique des mathématiques et formation des enseignants, le cas des erreurs de calcul,* thèse de doctorat n°195, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, Université de Genève

RESNICK L.B., (1983) A developmental theory of number understanding, in H.P. Ginsburg (Ed), *The development of mathematical thinking,* New York, New York Academic Press.

RICHARD J.F. (1982) Mémoire et résolution de problèmes, *Revue Française de Pédagogie n°60*, 9-17, Paris, INRP.

RICHARD J.F. (1990) *Les activités mentales, comprendre, raisonner, trouver des solutions*, Paris, A.Colin

ROBERT A., (1996) Une approche de la formation professionnelle initiale des futurs enseignants de lycée et collège en mathématiques, un essai de didactique professionnelle, *cahier de DIDIREM* n°26, IREM de Paris VII, Université de Paris VII

ROBERT A., (1999), Pratiques et formation des enseignants. *Didaskalia* 15, 123-15, Paris

ROBERT A., (2001), Recherches sur les pratiques des enseignants et les contraintes de l'exercice du métier d'enseignant, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol 21.1.2. 57-80

ROBERT A., ROGALSKI J. (2002) Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche, *Canadian Journal of Science, Mathématics and Technology Education* 2 (4), 505-528, Toronto

ROCHEX J-Y., (1995) *Le sens de l'expérience scolaire*, Paris, PUF

RODITI E. (2004) le théorème de l'angle inscrit au collège, analyse d'une séance d'introduction et perspectives pour la formation, *Cahier didirem n°45*, Paris, IREM de Paris 7

ROGALSKI J., (2000) Approche de psychologie ergonomique de l'activité de l'enseignant. In COPIRELEM *Actes du XXVIème Colloque Inter-IREM des formateurs et professeurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres*, Limoges, IREM de Limoges, pp. 45-66

ROSENTHAL D.J.A., RESNIK L.B. (1974). Children's solutions processes in arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychologie*, vol 66-6, 817-825

SCHÖN D.A. (1983) The reflective practitionner, Londres, Temple Smith

SCHÖN D.A. (1987) Educating the reflective practitionner, New York, Basic Books.

SCHÖN D.A. (1994). Le Patricien réflexif. A la recherche de savoir caché dans l'agir professionnel. Montréal. Les Editions Logiques

SENSEVY (1999) Lecture écriture et gestes professionnels, Repères, n°18,123-13, Ed Topiques

TANNERY J. (1904) Sur l'enseignement de l'arithmétique à l'école primaire, In SAVARD C., *Pages choisies de Pédagogie*, Ed Delagrave

TOCHON F.V. (1993) *L'enseignant expert*, Paris, Nathan

SARRAZY B. (1997), Sens et situations : une mise en question de l'enseignement des stratégies méta-cognitives en mathématiques, *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 17/2, 135-166, La Pensée Sauvage, Grenoble.

VANNIER-BENMOSTAPHA M.P. (2002), *dimensions sensibles des situations de tutelle et travail de l'enseignant de mathématiques. Etude de cas dans trois institutions scolaires, en CLIPA, 4e Technologique agricole et CM2,* Thèse de Sciences de l'Education, université de Paris 5, Paris

VERGNAUD G., (1981) *L'enfant, la mathématique et la réalité*, Editions Peter Lang.

VERGNAUD G., (1990) La théorie des champs conceptuels, *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 10-2-3, 133-170, La Pensée Sauvage, Grenoble.

VERGNES D. (2001) Effets d'un stage de formation en géométrie sur les pratiques d'enseignements d'école primaire, *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 21/1.2, 99-122, Grenoble, La Pensée Sauvage,

VYGOTSKI L.S. (1985) *Pensée et langages*, Paris, Ed Sociales

ANNEXES

Annexe 1 : Aïda à Bercy, Nouvel Objectif Calcul CE2, page 31

Problèmes

1 Après avoir lu cette publicité pour le spectacle « Aïda », réponds aux questions suivantes :

a/ Quel est le nom de la salle de spectacle ?

b/ Que signifie le mot location ?

c/ Comment peut-on louer des places ?

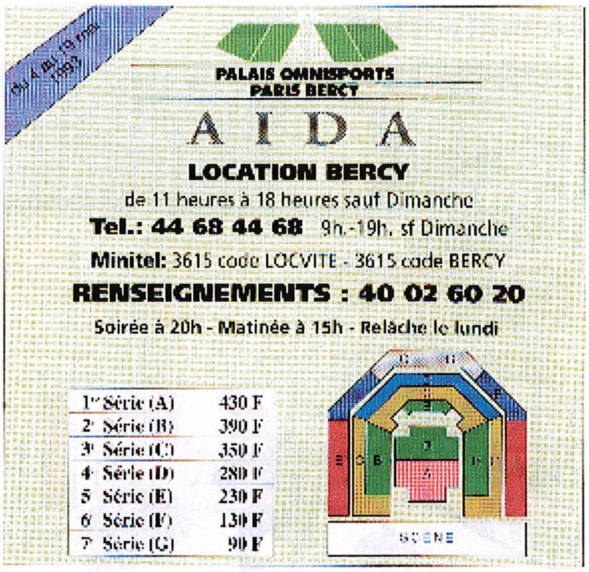
d/ Que représente le dessin en bas à droite de la publicité ? Quels renseignements apporte-t-il ?

e/ Combien de spectateurs cette salle contient-elle ?

f/ Quel est le prix d'une place de 5e série (E) ?

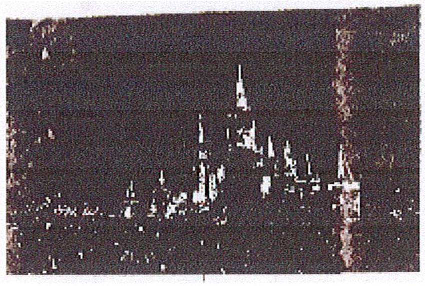
g/ Pourquoi le prix des places est-il différent selon la série ?

h/ Quels autres renseignements apporte cette publicité ?



Annexe 2 : le Château fantôme, Nouvel Objectif Calcul CM2, page 43

17. Le château fantôme



Non, vous n'êtes pas à Dysneyland et vous ne pourrez jamais visiter ce château de rêve : il a fondu ! Construit à Saint-Paul, aux Etats-Unis, avec 20 000 blocs de glace, pesant environ 300 kg chacun, c'est la plus grosse construction en glace jamais édifiée, pour la somme rondelette de 1 000 000 de dollars.

(D'après Sciences et Vie Junior n°26, 1992).

Quel est le poids énorme de cet édifice ?

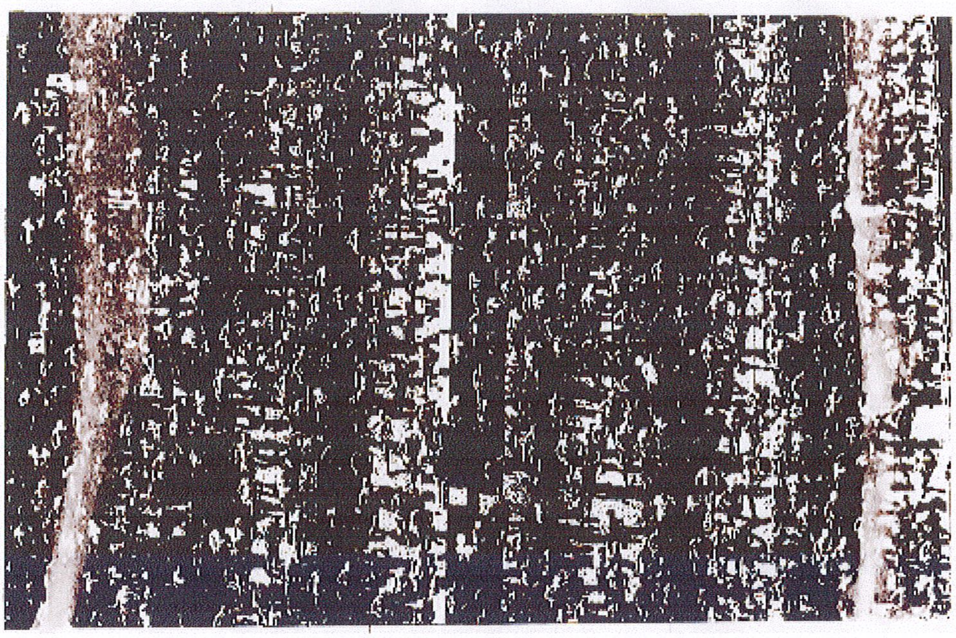
Annexe 3 : la manifestation sportive, Nouvel Objectif Calcul, page 48

Découverte

Le problème qui suit est certes un peu inhabituel.

Pour le résoudre, il faut faire preuve de bon sens et trouver des astuces.

Voici une photographie prise lors d'une manifestation sportive.



Les uns disent qu'il y a, sur cette photographie, au moins 400 personnes.

Les autres affirment qu'il n'y a pas plus de 300 personnes.

Comment ferais-tu pour trouver qui est le plus près de la vérité, sans compter les participants un à un ?

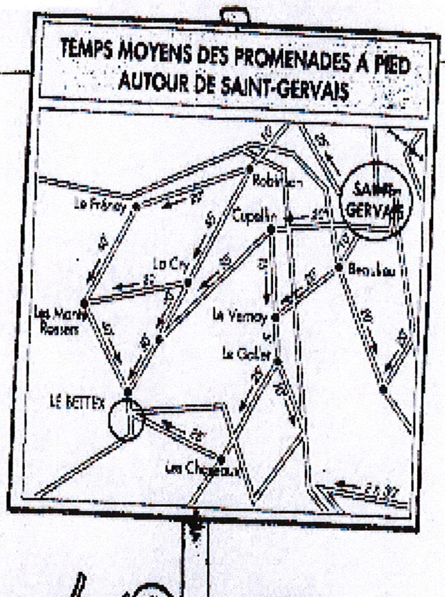
Annexe 4 : la ballade, Nouvel Objectif Calcul, CM2, page 49 et 116

Découverte

Voici un énoncé de problème :

Quel temps faut-il prévoir pour aller de Saint-Gervais au Bettex ?

1. Avant de commencer à résoudre ce problème, pose-toi plusieurs questions.
   - Y a-t-il une seule ou plusieurs réponses possibles ? Justifie.
   - Avec quelle unité devras-tu exprimer ta (ou tes) réponse(s) ?
   - Quel sera l'ordre de grandeur de cette (ou ces) réponse(s) ?
2. À partir des conditions que tu choisis de retenir, résous le problème.
3. Vérifie les hypothèses que tu as émises en 1.



2 Ballade

Christelle veut mesurer, sur la carte suivante, la longueur du circuit :

1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 2 → 1.

Elle prend pour cela :
- une pièce de 10 centimes sur laquelle elle a fait une marque ;
- une règle graduée.

Comment crois-tu qu'elle va continuer ?

Extrait de la carte IGN
Série bleue au 1 : 25 000
1 cm = 250 m/n° 1711 ouest

Annexe 5 : la scène de gare, Nouvel Objectif Calcul CE2

13 Résolution de problèmes : recueillir des informations (2)

Explorer divers documents

Découverte

Voyage en Périgord

Observe attentivement le hall de la gare afin de pouvoir répondre aux questions suivantes

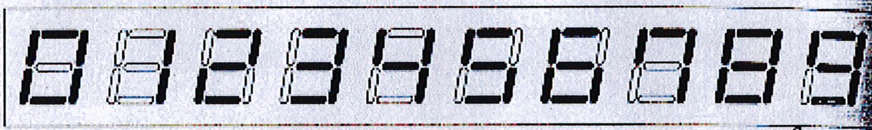
1. Quelle heure est-il à l'horloge de la gare ?
2. Est-il possible de téléphoner ?
3. Quels renseignements donne le tableau général des trains au départ ?
4. Que dépense le voyageur assis à la cafétéria pour sa consommation ?
5. Quelles pièces peut-on utiliser dans le distributeur de billets de train
6. À quelle heure part le train de la dame au petit chien ?
7. Si, avant de prendre le train, tu veux manger un sandwich et boire un jus de fruits, que vas-tu dépenser ?
8. De quelle couleur sont les composteurs de billets ? Pourquoi ?

32

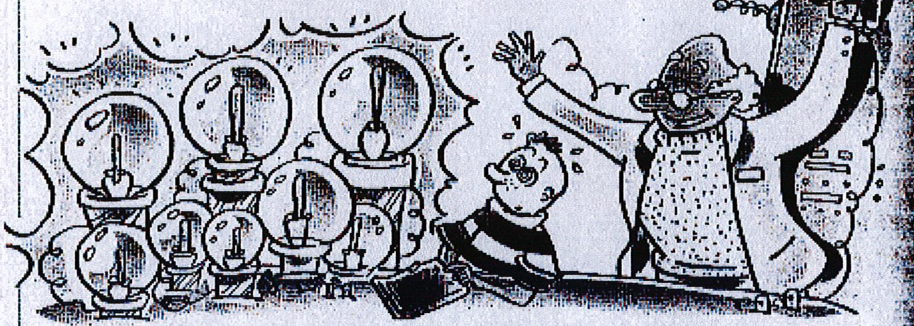
Annexe 6 : L'allumage des diodes d'une calculatrice, Nouvel Objectif Calcul CM2

Découverte

Sur ta calculatrice, chaque chiffre est formé de 7 diodes (une diode est une toute petite lampe) qui peuvent s'allumer de la façon suivante :



Trouve combien de diodes s'allument successivement pour afficher les nombres de 0 à 50.



1. Voici comment Mélanie, Clémentine et Anaïs ont résolu ce problème.
Observe puis explique la démarche de chacune d'elles.

0 •	1 •	2 •	3 •	4 •	5 •	6 •	7 •	8 •	9 •	⟶ 6 + 2 + 5 + 5 + 4 + 5 + 6 + 4 + 7 + 6 = 50
1 0 x •	1 1 x •	1 2 x •	1 3 x •	1 4 x •	1 5 x •	1 6 x •	1 7 x •	1 8 x •	1 9 x •	⟶ 50 + (10 × 2) = 70
2 0 x •	2 1 x •	2 2 x •	2 3 x •	2 4 x •	2 5 x •	2 6 x •	2 7 x •	2 8 x •	2 9 x •	⟶ 50 + (10 × 5) = 100
3 0 x •	3 1 x •	3 2 x •	3 3 x •	3 4 x •	3 5 x •	3 6 x •	3 7 x •	3 8 x •	3 9 x •	⟶ 50 + (10 × 5) = 100
4 0 x •	4 1 x •	4 2 x •	4 3 x •	4 4 x •	4 5 x •	4 6 x •	4 7 x •	4 8 x •	4 9 x •	⟶ 50 + (10 × 4) = 90
5 0 x •										⟶ = 11
										421

Quand on affiche les nombres de 0 à 50, 421 diodes s'allument.

Annexe 7 : l'allumage des diodes d'une calculatrice, Nouvel Objectif Calcul CM2

0 → 6
1 → 2
2 → 5
3 → 5
4 → 4
5 → 5
6 → 6
(33)

7 → 4
8 → 7
9 → 6
10 → 8
11 → 4
12 → 7
13 → 7
14 → 6
15 → 7
16 → 8
(64)

17 → 6
18 → 9
19 → 8
20 → 11
21 → 7
22 → 10
23 → 10
24 → 9
25 → 10
26 → 11
(91)

27 → 9
28 → 12
29 → 11
30 → 11
31 → 7
32 → 10
33 → 10
34 → 9
35 → 10
36 → 11
(100)

37 → 9
38 → 12
39 → 11
40 → 10
41 → 6
42 → 9
43 → 9
44 → 8
45 → 9
46 → 10
(93)

47 → 8
48 → 11
49 → 10
50 → 11
(40)

$$\begin{array}{r} 33 \\ +\ 64 \\ +\ 91 \\ +100 \\ +\ 93 \\ +\ 40 \\ \hline 421 \end{array}$$

Quand on affiche les nombres de 0 à 50, 421 diodes s'allument successivement.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
50									

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
6	2	5	5	4	5	6	4	7	6

c) Nombre de diodes allumées.

0 → (6×1)×6 = 36
1 → (1+11+3)×2 = 30
2 → (1+11+3)×5 = 75
3 → (1+11+3)×5 = 75
4 → (1+11+3)×4 = 60
5 → [(5×1)+1]×5 = 30
6 → (5×1)×6 = 30
7 → (5×1)×4 = 20
8 → (5×1)×7 = 35
9 → (5×1)×6 = 30

$\boxed{421}$

…ton tour de trouver une méthode sûre et rapide pour résoudre le problème suivant.

…stucieux inventeur

…ise d'équipements supplémentaires, le poids de la tour Eiffel, depuis sa construction entre … et 1889, est passé de 10 000 à 10 250 tonnes. Il a donc fallu l'alléger. Ainsi, la dalle en … du premier étage qui pesait 450 kg par m² a été remplacée par un plancher en tôle …minium qui ne pèse plus que 95 kg par m².
…ieur Kardas, inventeur, a acheté 6,5 tonnes de poutrelles résultant de cette démolition … centimes le kg. Il a décidé de fabriquer 20 000 objets souvenirs en forme de « I » pesant … grammes chacun. Il les a vendus 600 F pièce à des Américains.
…bien cette opération a-t-elle rapporté à son astucieux inventeur ?

Annexe 8 : « Codes à barres », Nouvel Objectif Calcul CM2

Découverte

Même les ordinateurs « font la preuve »

Ceci s'appelle un « code à barres ». On le trouve sur la plupart des produits de consommation courante.
Les 30 barres servent à coder les chiffres.
Les 13 chiffres donnent les indications suivantes :

3 065890 000643

	30	65890	00064	3
Identification	du pays d'origine	du fabricant	du produit	du chiffre clé

Pour vérifier l'exactitude du codage, l'ordinateur :

1	fait la somme des chiffres de rang pair en partant de la droite →	
2	multiplie cette somme par 3 →	
3	fait la somme des chiffres de rang impair en commençant par le troisième chiffre à partir de la droite →	
4	fait la somme des résultats obtenus en 2 et en 3 →	
5	vérifie que le chiffre clé (ici, 3) est bien le complément à la dizaine supérieure du résultat obtenu en 4 →	

1. Complète le tableau pour vérifier l'exactitude du codage donné en exemple.

2. Voici les numéros d'identification de quelques pays :

France : 30	Allemagne : 40	Angleterre : 50	U.S.A. et Canada : 09
Suisse : 76	Israël : 729	Japon : 49	Pays-Bas : 87

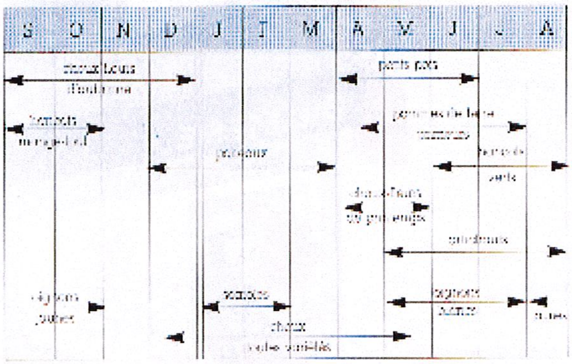
Le numéro d'identification utilisé le plus souvent pour les livres, quel que soit leur pays d'origine, est 978.
On a relevé ci-dessous les codes à barres de certains articles.

Biscuits salés : 4 017100 725708
Collants : 3 013610 567848
Biscuits sucrés : 7 614800 170004
Maïzena : 8 711000 080053
Crème : 0 31913 699785
Cassette : 4 902030 005779

Vérifie s'ils ont tous été reproduits sans erreurs. Pour ceux qui sont exacts, dis de quel pays ils sont originaires.

Annexe 9 : « Le Nouvel Objectif Calcul », CE2, page 33

2 Voici le calendrier de production des légumes sur les côtes de Bretagne.

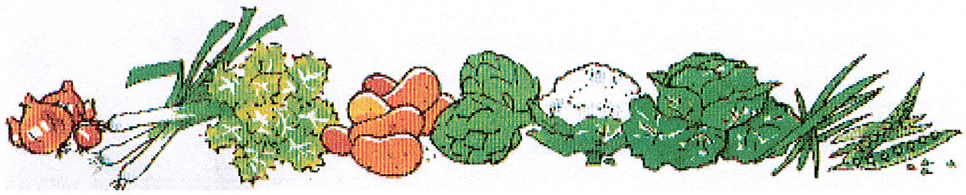


a/ Quel est le mois pendant lequel il y a le moins de production ?

b/ Quelle est la période où l'on produit à la fois des haricots mange-tout et des choux-fleurs ?

c/ Quels sont les mois où les côtes de Bretagne produisent le plus de légumes de différentes sortes ? Quels sont ces légumes ?

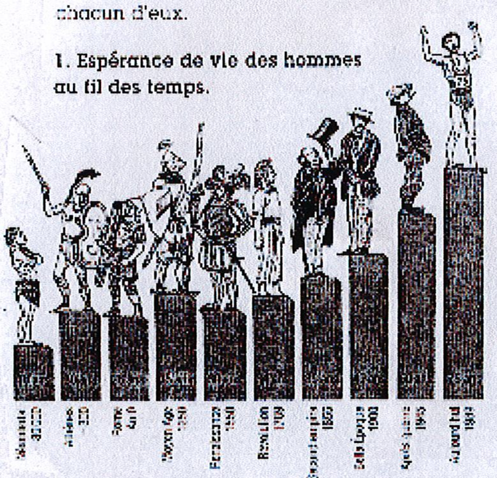
d/ Combien de temps dure la récolte des artichauts ? celle des petits pois ? et celle des radis ?



Annexe 10 : résolution de problèmes : différentes présentations, différents contextes, « Le Nouvel Objectif Calcul CM2 », page 40

Avant de commencer à résoudre un problème, il faut bien comprendre les informations données dans l'énoncé. Voici différents documents. Réponds aux questions posées à la suite de chacun d'eux.

1. Espérance de vie des hommes au fil des temps.

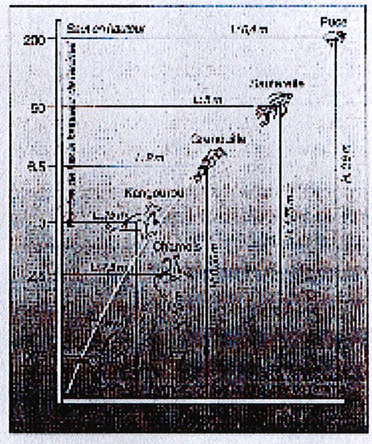


a/ De l'homme de Néandertal à l'homme d'aujourd'hui, l'espérance de vie a-t-elle subi une croissance régulière ?

b/ À partir de quelle période l'espérance de vie ne cesse-t-elle de croître ?

c/ À quelle époque a-t-elle été la plus courte ?

2. Les champions du saut



a/ À quoi correspondent les nombres sur l'axe horizontal ? sur l'axe vertical ?

b/ Parmi ces six animaux, lequel :
- saute le plus haut ?
- saute le plus loin ?
- saute, en hauteur, le plus grand nombre de fois sa propre longueur ?
- saute, en longueur, le plus grand nombre de fois sa propre longueur ?

3. À propos de pétrole

a/ Parmi ces continents ou pays, lesquels importent du pétrole ? lesquels en exportent ?

b/ Quelle quantité de pétrole l'Europe de l'ouest doit-elle acheter ?

TITRE :

Apprentissages mathématiques à l'école élémentaire. Des difficultés des élèves de milieux populaires aux stratégies de formation des professeurs des écoles. (Habilitation à Diriger des Recherches, note de synthèse)

AUTEUR :

BUTLEN Denis

RESUME

Cette note présente une synthèse des résultats de travaux sur les apprentissages mathématiques des élèves en difficulté, notamment scolarisés en ZEP. Cette synthèse s'accompagne de la présentation du cheminement théorique de l'auteur qui a été amené progressivement à intégrer dans le cadre initial de la didactique des mathématiques des éléments empruntés à d'autres cadres théoriques : psychologie cognitive, sociolinguistique, ergonomie cognitive, didactique professionnelle notamment.
L'auteur identifie quatre sources de difficulté qui se cumulent.
En s'appuyant sur ses travaux relatifs au calcul mental et à la résolution de problèmes numériques, il montre l'importance de certains pré-requis dans la construction des structures additives et multiplicatives. D'autres travaux portant sur le rôle de l'écrit dans le processus de conceptualisation mettent en évidence l'existence de cheminements cognitifs spécifiques aux élèves de milieux populaires ; leur prise en compte dans l'enseignement pouvant s'avérer décisive pour l'apprentissage de certaines notions mathématiques.
L'analyse de pratiques effectives de professeurs des écoles enseignant en ZEP permet d'identifier des pratiques différentes correspondant à des mathématiques différentes proposées à la fréquentation des élèves. Dans certains cas, des dérives et des malentendus peuvent limiter ou réduire certains apprentissages.
Ce dernier travail a permis d'établir une catégorisation des pratiques observées et d'identifier des gestes et routines professionnels associés à ces catégories. Pour cela, l'auteur a emprunté, en l'adaptant à son objet d'étude, la notion de genre. L'ensemble de ces travaux auquel s'ajoutent des recherches portant sur les pratiques de formateurs des professeurs des écoles permet à l'auteur de dégager des pistes pour la formation initiale et continue des enseignants du premier degré.

MOTS CLES :

Didactique, mathématiques, élèves en difficulté, élèves issus de milieux populaires, ZEP, gestes professionnels, routines professionnelles, pratiques enseignantes, genre, ordre du métier, calcul mental, résolution de problèmes numériques, pré-requis, cheminements cognitifs, mémoire collective de la classe.

Editeur : IREM
Université PARIS 7-Denis Diderot
Directeur responsable de la publication : R. CORI
Case 7018 – 2 Place Jussieu
75251 PARIS Cedex 05
Dépôt légal : 2005
ISBN : 2-8662-265-8